

CUARTO CONGRESO INTERAMERICANO DE INGENIERIA SANITARIA

SÃO PAULO **BRASIL**

JULIO 1954

AIDIS — CHILE

DIRECTORIO

Presidente:	Tulio Fernández
Secretario:	Guillermo Medina
Tesorero:	Ramón del Valle
Directores:	Horacio Lira Luis Rojas

Corresponsal de la Revista y Director de Publicaciones:

Enrique Munizaga

INSPECTORES DE CUENTAS.

Julio Basoalto - Eugenio Díaz

COMITÉ CONSULTIVO.

Adolfo Acevedo	Walter Fett
Luis Valenzuela	Julio Basoalto
Jorge von Benewitz	Fernando del Sol

DIRECCIONES:

Presidente y Secretario AIDIS	Huérfanos 1117 of. 920 Cas. 13120 Santiago - Chile
Corresponsal:	Morandé 71. Dirección de Obras Sanitarias

SUMARIO

CUARTO CONGRESO INTERAMERICANO DE INGENIERIA SANITARIA

La mutua interdependencia entre todos los países americanos, en lo que se refiere a la sanidad y salubridad públicas, es un hecho que casi no deberíamos mencionar. Pero, a pesar de ser ello tan evidente, no hemos logrado aun perfeccionar un sistema sanitario que nos lleve a la nivelación de técnicas, reglamentaciones, sistemas y planes de trabajo, adaptados, naturalmente, a las características y necesidades regionales.

Y, sin embargo, es necesario llegar a ello, tarde o temprano. Las medidas y los esfuerzos de un país que logre alcanzar un alto índice sanitario, tienen que verse seriamente afectados —si no desbaratados— si una o varias naciones del continente se mantienen en un nivel inferior.

De ahí deriva nuestro convencimiento y nuestro anhelo de que las reuniones sanitarias continentales —como el 4.o Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria que se celebra ahora en Sao Paulo— conduzcan a una información de la política sanitaria general, basada en los aporte científicos, técnicos y experimentales de cada país, para lograr finalmente que todas las naciones almacenen y mantengan el mismo nivel sanitario.

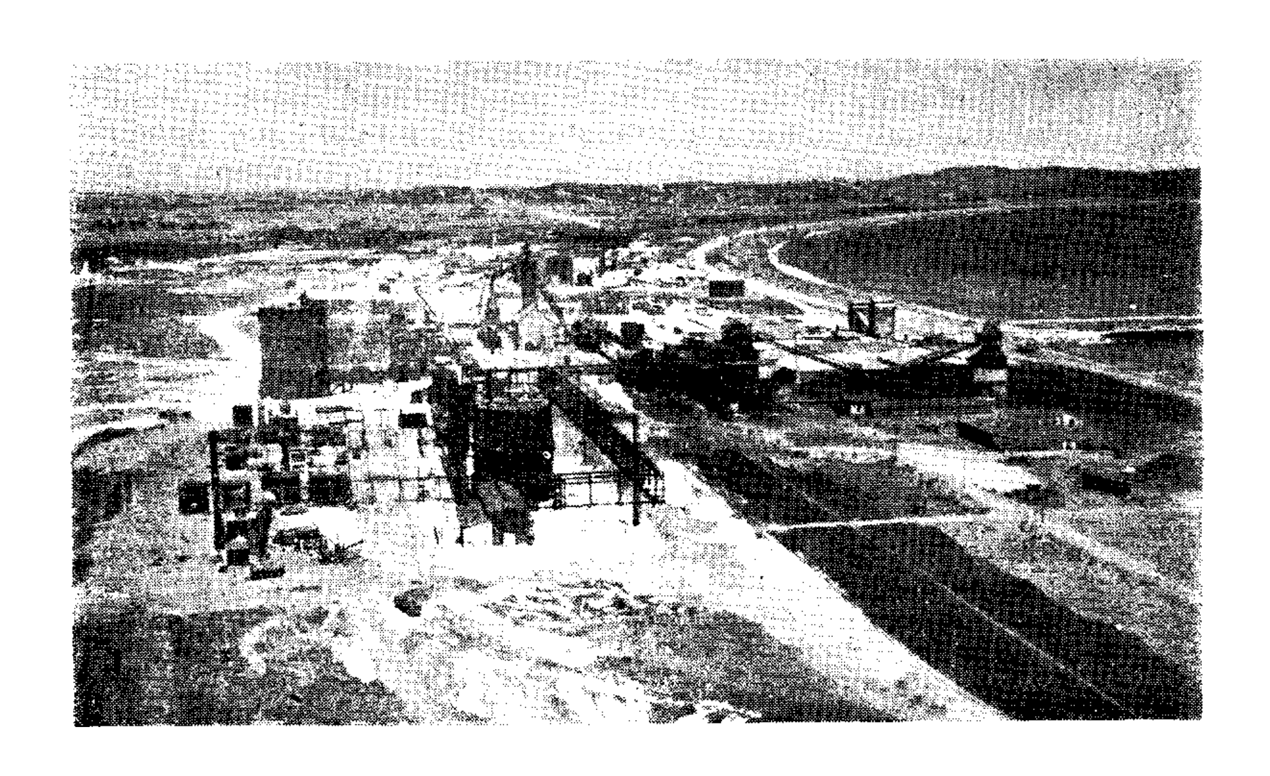
Los trabajos presentados en estas páginas, seleccionados entre investigaciones y experiencias recientes de los Ingenieros Sanitarios Chilenos, constituyen el aporte de Chile al mutuo intercambio que se establece en estas importantes reuniones continentales. Y es de esperar que este intercambio conduzca, gradualmente, a un entendimiento permanente y completo de las autoridades y técnicos del ramo en todos los países, para obtener la nivelación del índice sanitario de todo el continente.

Entonces, los esfuerzos de cada país rendirán íntegramente sus frutos y los conocimientos y experiencias de cada uno de ellos beneficiarán a todas las naciones americanas.

TULIO FERNANDEZ P.
Presidente
AIDIS - CHILE

25 de Julio de 1954.

Compañía de Acero del Pacífico S. A.



Vista panorámica de la Planta de Acero de "Huachipato", en Talcahuano - Chile

Compañía de Acero del Pacífico S. A. (C A P)
Oficinas Generales: Bandera 84 - Santiago - Chile
Administración Planta: Casilla 1 - C - Talcahuano - Chile

Sesenta días de saneamiento rural en Chile



Ing Tulio Fernández Provoste, *Jefe de la División Técnica del Departamento Cooperativo Interamericano de Obras de Salubridad y Presidente de la Sección Chilena de la Sección Interamericana de Ingeniería Sanitaria.*

Abril, 30 de 1954.

Como algunos de ustedes recordarán hace ya más o menos dos años, en nuestro Tercer Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria, que se celebró en Buenos Aires, tuve el agrado de presentarles bajo el título de "Saneamiento Rural en Chile", el programa base que por esos días estábamos empezando a desarrollar en nuestra patria, como el proyecto 50 del Departamento Cooperativo Interamericano de Obras de Salubridad.

Dicho trabajo fué realizado en conjunto con uno de los socios fundadores de nuestra Asociación a quién, en esta oportunidad, quisiera rendir un homenaje más, como uno de mis principales colaboradores y amigo y que como Jefe del Proyecto 50 que acabo de mencionar, dedicó sus mejores esfuerzos al éxito de este programa, me refiero al Ingeniero Eugenio Marambio Alliende, fallecido en acto de servicio cuando el Departamento Cooperativo tendía un puente colgante de 100 mts. de longitud, para reparar la cañería de aducción del agua potable de la ciudad de Melipilla, que había sido destruída junto con parte del puente Chocalán que la soportaba, durante las inundaciones que nuestro país sufrió durante el último invierno.

Actualmente este proyecto se encuentra en pleno desarrollo, con un presupuesto anual cercano a los treinta millones de pesos, ocupando ya sea directa o indirectamente los servicios de aproximadamente 31 personas, entre ingenieros sanitarios, civiles, agrónomos, médicos, educadores sanitarios, sub-ingenieros, constructores civiles, inspectores sanitarios y personal administrativo.

Al mismo tiempo, es para nosotros motivo de principal orgullo, el que sus técnicas y sus principios los están haciendo suyos los demás profesionales del Servicio Nacional de Salud, con lo que estamos logrando que la semilla que hemos cultivado en Peumo, pueblo sede de nuestro programa, empiece ya a florecer en otros puntos del territorio nacional.

En el presente trabajo, que tengo el agrado de presentar a ustedes, haré una breve exposición de lo realizado en este proyecto desde la última vez que estuvimos juntos en Buenos Aires, concentrando principalmente nuestra atención en lo que ya el título de este trabajo pudo haberles anticipado, o sea, en los resultados y enseñanzas que obtuvimos y cuyo objetivo, por medio de una campaña intensiva de sesenta días de duración fué la saturación de un sector en lo que a letrinas sanitarias se refiere.

A continuación y como preliminar de este trabajo, quisiera recordarles a ustedes las ideas básicas del programa que tuve el agrado de presentarles.

Dichas ideas básicas, tuvimos el honor que en esa oportunidad fueron recogidas por nuestros colegas de América y dieran origen a la Vigésima Resolución de dicho torneo que dice así:

"Resolución basada en el trabajo de los delegados chilenos Ingenieros Tulio Fernández y Eugenio Marambio (colaboradores: Alfredo Taborga, Philip Riley y Jorge Bravo) y una sugestión de la Comisión de Saneamiento".

"Considerando:

"Altamente plausible todo intento de

mejorar las condiciones sanitarias de los ambientes rurales.

El III Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria resuelve:

"Recomendar a las autoridades competentes la realización de los estudios y las obras tendientes a lograr el saneamiento de las comunidades rurales adoptando las medidas necesarias para facilitar la financiación de los trabajos por parte de la población a beneficiar y destacar la necesidad de afrontar simultáneamente la educación sanitaria de sus habitantes".

Pretendíamos entonces realizar un programa, el cual, basado principalmente en la educación sanitaria, nos permitiera alcanzar y cubrir las distintas formas de agrupación de la población rural con el objeto de poder interesarlos y ayudarlos a resolver sus propios problemas sanitarios.

Se trataba de determinar si por medio de la educación sanitaria y una pequeña ayuda económica, se podría interesar a los habitantes de las áreas rurales en la solución de sus problemas sanitarios, principalmente en lo que a agua potable y a eliminación de excretas se refiere. Mencionamos sólo los dos problemas anteriores, porque a nuestro juicio y dentro de una correcta jerarquización de los problemas de nuestro campesinado, éstos eran los que requerían una más urgente solución. Sin embargo, dentro de ese programa se dejó la puerta abierta para atacar cuando se estimara necesario, cualquier otro de los numerosos problemas que afectan a nuestra vida rural.

Para solucionar el abastecimiento de agua potable, se pensó principalmente extraerla de las napas de agua subterránea muy abundantes en la región de trabajo, para lo que se importó una perforadora de percusión Bucyrus Erie tipo 24 L. Se perforarían pozos profundos principalmente para el abastecimiento de pueblos, y pozos de mediana profundidad, no más de 30 mts., en los que se instalarían, bombas de mano, de impulsión, para satisfacer las necesidades de los caseríos y de aquellas habitaciones aisladas en las que, por la profundidad de la napa, no fuera posible instalar bombas más sencillas de aspiración. En la actualidad, para satisfacer la gran demanda de trabajos, se piensa importar una nueva perforadora de tipo más pequeño, la Bucyrus Erie 20 W, para destinarla exclusivamente a la perforación de estos pozos de mediana profundidad.

El problema de la eliminación de excretas sería resuelto por medio de la construcción de pequeños servicios en los pueblos, y letrinas sanitarias en el resto, sin perjuicio de adoptar otras soluciones como fosas sépticas y pozos absorbentes, cuando se estimara conveniente y las condiciones económicas de los beneficiados lo permitieran. El financiamiento de estas obras sería idéntico al de las de agua potable.

Los resultados de este programa han sido por demás halagadores, habiéndonos visto en todo momento enfrentados más que con el problema de buscar compradores para nuestras ideas de salud, con el de mantener nuestra organización a tono con la demanda de trabajo y de ayuda solicitada.

Lo que en un comienzo sólo temerosamente pretendía cubrir las fases agua y desagüe, ante el extraordinario despertar de la conciencia sanitaria de nuestros campesinos ha tenido que ser ampliado, en la forma que veremos más adelante, tanto en la búsqueda de una solución habitacional rural, como en la enseñanza de prácticas de extensión agrícola que desarrollen hábitos que los lleven a un mayor aprovechamiento de sus predios rurales, con miras a una mejor alimentación para los suyos, más bienestar económico, y en general al disfrute de una vida de normas más elevadas.

A continuación haremos una breve reseña de algunos de los trabajos realizados.

ORGANIZACION DEL PROYECTO

Para su trabajo, la autoridad máxima en cuanto a planeamiento y discusión de programas se refiere, reside en un Comite formado por ocho miembros, a saber: el Ingeniero Jefe del Departamento de Saneamiento Ambiental del Servicio Nacional de Salud, el Médico Jefe Zonal y el Médico Jefe del Sub-Departamento de Educación Sanitaria del mismo Servicio, un Técnico Asesor en Educación Sanitaria y un Ingeniero Sanitario Asesor del Instituto de Asuntos Interamericanos y los Ingenieros Jefe y Sub-Jefe de la División Técnica del Departamento Cooperativo In-

teramericano de Obras de Salubridad, además de un ingeniero ayudante y de una secretaria.

El Jefe de la División Técnica del Departamento Cooperativo Interamericano de Obras de Salubridad preside las labores de este Comité, siendo al mismo tiempo la autoridad máxima ejecutiva del proyecto y solamente responsable ante el Jefe del Departamento Cooperativo.

En el terreno, la autoridad ejecutiva está delegada en la persona de un Ingeniero sanitario residente, cuya función principal es la realización de los programas de ingeniería sanitaria aprobados por el Comité y ordenados por el Jefe de la División Técnica. En el caso de programas de extensión agrícola, el encargado de su realización en el terreno es un Ingeniero Agrónomo especialista en estos trabajos. Este Ingeniero es técnicamente responsable ante el Jefe de la División Técnica, pero no obstante, administrativamente, sujeto a la autoridad del Ingeniero Residente.

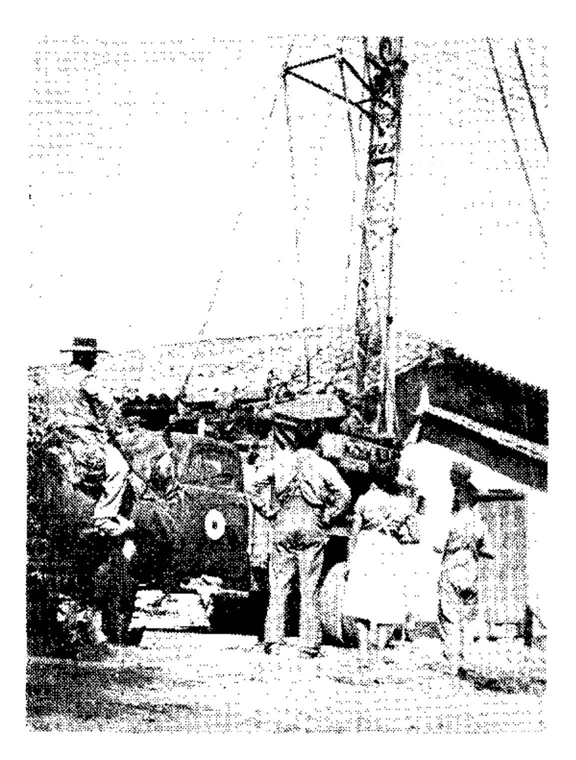
Cuando el Comité discute problemas acerca de Programas de Vivienda, incorpora a él al Arquitecto Jefe de Estudios del Departamento Cooperativo Interamericano de Obras de Salubridad o al Técnico Asesor Especialista en Vivienda del Instituto de Asuntos Interamericanos, el cual ha participado en la discusión de este programa.

La responsabilidad técnica del programa de Vivienda reside en el Arquitecto Jefe de Estudios del Departamento, responsable ante el Jefe de la División Técnica. En el terreno, trabaja con un Arquitecto Residente responsable ante él, pero que, una vez que el programa ha sido aprobado, trabaja para su realización bajo la autoridad del ingeniero residente.

Los principales colaboradores del Ingeniero Residente en el terreno son un Educador Sanitario, un Jefe Técnico, un Inspector Sanitario Jefe y un Jefe Administrativo y un Jefe de Talleres.

EDUCACION SANITARIA EN EL PROYECTO N. 50

Podemos decir sin temor a equivocarnos, que el plan de Educación Sanitaria en función del Saneamiento Rural propiciado por el Proyecto 50 que se asignaron los Educadores Sanitarios, se ha cumplido fielmente en todas sus partes, como podrá deducirse del análisis que de él se hace más adelante a través de dos experiencias principales.



Perforación de un pozo

Como conclusiones acerca de nuestro programa de Educación Sanitaria, y de acuerdo con la experiencia que hemos adquirido durante los trabajos podríamos decir que hemos comprobado una vez más que: La Educación Sanitaria al servicio de la Ingeniería Sanitaria, en un programa de saneamiento rural, es el arma más efectiva por la cual se logra la incorporación activa de la población en la solución de los problemas de salud de esa comunidad y que una comunidad cualquiera es capaz de arduos esfuerzos y grandes sacrificios humanos y económicos en la solución de sus problemas de saneamiento, siempre que, sea tratada y organizada adecuadamente por los técnicos en educación sanitaria, de común acuerdo con los ingenieros sanitarios.

Hechas estas consideraciones queremos entrar de lleno a dar cuenta del desarrollo de los principales trabajos realizados por el proyecto 50.

SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO

La zona de acción actual del Proyecto 50, corresponde a un rectángulo de más o menos 3.750 Kmt.2 y cuyos límites son, por el Oriente, el sector de la Carretera Panamericana comprendida entre Rancagua y San Fernando; por el Poniente, la Cordillera de la costa y por el Norte y Sur, los paralelos de Rancagua y San Fernando aproximada y respectivamente.

Dentro de esta zona, que es una parte de las provincias de O'Higgins y Colchagua viven, según el censo de 1952, 147.396 personas de las cuales, solamente bebían agua pura proveniente de servicios públicos 7.754 habitantes, o sea un 5.3%, el resto bebía agua de acequias o de pozos altamente contaminados, como ha sido demostrado por el resultado de los análisis bacteriológicos practicados en los pozos existentes en la zona.

La solución:

Conocido el problema, se le ha estado atacando en los pueblos, tratando de fomentar la contrucción de servicios de agua potable, y se ha llegado en la actualidad, con el objeto de coordinar al máximo los esfuerzos tanto de los particulares como del Estado, a un acuerdo no escrito entre la Dirección de Obras Sanitarias del Ministerio de Obras Públicas y el Departamento Cooperativo que se basaría en los siguientes puntos de acción:

1.º—En el caso de pueblos de la provincia de O'Higgins, para cuyo adelanto el Gobierno tiene fondos especiales provenientes de la Ley del Cobre, los trabajos de proyecto y construcción serían de la responsabilidad de la Dirección de Obras Sanitarias, de la cual pediría en cada caso, con el objeto de acelerar al máximo la construcción de dichos sistemas, la cooperación del Departamento Cooperativo, para que éste, sin cargo a la primera, perforara los pozos que fueran necesarios para el abastecimiento de agua de los sistemas por construír.

2.º—En el caso de Pueblos de la Provincia de Colchagua, el Departamento por medio de sus ingeneros, educadores e inspectores sanitarios, se preocuparía de fomentar el interés de los vecinos para obtener el financiamiento de las obras por medio de aportes de la Municipalidad y vecinos que se trataría que ascendieran por parte de cada uno, al 25% del valor de los trabajos. A petición, en cada caso, del Departamento Cooperativo, la Dirección de Obras Sanitarias consultaría un aporte del tercer 25%. El Departamento Cooperativo además de contribuír con el cuarto 25%, tendría en esta provincia la responsabilidad del proyecto y ejecución de los trabajos, y

3.º—En el caso de pueblos de la Provincia de O'Higgins que por su escasa importancia o por otras razones, estuvieran alejados de la posibilidad de obtener un servicio a través de la Dirección de Obras Sanitarias, se consideró que podrían ser tratados por el Departamento Cooperativo en la misma forma que los de la Provincia de Colchagua.

El estado actual de los trabajos por desarrollar dentro de este ítem de sistemas de agua potable es el siguiente:

Provincia de O'Higgins:

La Dirección de Obras Sanitarias ha solicitado la cooperación del Departamento Cooperativo para la perforación de pozos profundos en las localidades que se indican:

a) Peumo.—2 pozos con el objeto de mejorar el sistema en uso, se piensa en esta forma extender el servicio actual para servir a 462 habitantes además de los 1.658 que sirve en la actualidad.

Por otra parte, con el sistema actual, solamente 1.300 habitantes beben aguas cloradas. El resto debe abastecerse de agua sin ningún tratamiento porque la conexión está hecha con anterioridad al punto de cloración. Todos estos inconvenientes se subsanarían con la construcción de los mejoramientos proyectados.

b) Las Cabras, Pichidegua y Pelequén.

Dos pozos en cada uno para servir 1.004, 1.028 y 770 habitantes respectivamente. Los nuevos servicios que utilizarán estos pozos serán construídos por la Dirección De Obras Sanitarias.

Provincia de Colchagua:

Peralillo.—Conocedora de nuestro programa, la I. Municipalidad de Peralillo solicitó nuestra cooperación para la construcción de su servicio de agua potable.

Peralillo es un pueblo de 1.512 habitantes dedicados principalmente a satisfacer

las necesidades culturales mínimas, de obra de mano y de comercio menor de los fundos que lo rodean.

Visitado el pueblo por nuestros ingenieros, se determinó por medio de un anteproyecto que el costo de un servicio mínimo de agua potable, en el cual no se consultarían las necesidades de riego de jardines e incendio, ascenderían a la cantidad de $ 3.300.000.

Inmediatamente de conocido este valor estimativo se destinó, con residencia en el lugar, a un inspector de saneamiento, el cual en conjunto con el educador sanitario que lo dirigía, debería organizar la colectividad y obtener que ésta financiara el tercio que le corresponde dentro del plan general de financiamiento de las obras.

En la actualidad, debido a las conversaciones y convenios que ya he expresado con el Departamento de Obras Sanitarias y a solicitud de éste, se ha realizado un reestudio tanto técnico como financiero para ajustarlo a sus requerimientos, en el sentido de construír un servicio de mayor importancia, el cual, pueda satisfacer además de las necesidades domésticas, las de incendio.

He pedido que los pormenores de esta campaña sean redactados por el propio educador sanitario, señor Jorge Bravo, que la dirigió. He aquí su informe:

"Aprobados por el Comité Directivo los estudios finales relativos a la construcción de un Servicio Público de Agua Potable en Peralillo, su costo y financiamiento, este último establecido en principio por terceras partes entre el Departamento Cooperativo, la Municipalidad interesada y los pobladores del lugar designado, le ha correspondido a cada parte aportar la suma de un millón cien mil pesos chilenos.

Hacemos resaltar el hecho de que Peralillo es una población de escasos recursos económicos. No hay ningún gran propietario. exceptuando el dueño del fundo que rodea completamente la población en sus estrechos y bien precisados límites urbanos. Un solo propietario es dueño de una viña de una cuadra cuadrada. Nadie vive del producto del predio que posee, por cuanto todos son pequeños y de pésimo rendimiento. Hay un médico y un farmacéutico. Se cuenta con un teléfono. Hay dos escuelas, una de hombres y una de mujeres, con una dotación de 9 profesores. No hay agencia bancaria.

Con esta visión sumaria queremos y creemos destacar el hecho de que la tarea de reunir entre los pobladores la suma de $ 1.100.000, parecería prácticamente imposible. Sin embargo no ha sido así.

De acuerdo con las autoridades de Gobierno y Municipales, una vez despertado el interés conveniente, pasamos a organizar la comunidad, previo un proceso de tratamiento, preparación y selección de líderes. La formación de un Comité de Colaboración Pro-Obras de Saneamiento rubricó con éxito esta etapa. Hablar del éxito del proceso educativo iniciado desde este núcleo humano sería exponerse a que se nos tachara de jactancia, o de que nos atribuímos méritos indebidos. Lo cierto es que tenemos constancia, por numerosos medios al alcance de cualquier interesado en comprobarlo, de cómo un pueblo vibró íntima y potentemente en torno al problema de salud.

Los líderes del Comité, asesorados por el Educador y el Inspector quienes se desempeñan en estos casos como Secretarios, se distribuyeron en cinco comisiones de trabajo. Todas las actividades, sesiones de Comité, reuniones públicas, funciones de cine, charlas, exposiciones, etc., se encuentran anotadas, fotografiadas y hasta filmadas y muestran el alto grado de interés y activación en que se movió esta población. Bástenos citar un hecho como ejemplo. La inauguración de los trabajos de perforación dió ocasión para una serie de actos populares y oficiales que concentró a toda la población en medio de un entusiasmo únicamente comparable al demostrado durante las fiestas de celebración del aniversario de la Independencia Nacional.

De las cifras también podemos extraer algunas conclusiones. De 157 acuerdos de pago que deben firmar los vecinos propietarios, 101 lo hicieron durante el apogeo de la campaña, habiéndose recogido hasta el final de ella, $ 341.218, que sumados a los valores pendientes por letras de cambio y a los recolectados en forma extraordinaria hacen llegar a $ 898.820 del total de $ 1.100.000 que les fuera asignado. El resto esperamos nos sea concelado durante el período de construcción de las obras. Estas consideraciones nos movieron a formular una de las conclusiones que se señala en capítulo aparte, referente al esfuerzo que es capaz de desplegar una co-

munidad cuando se la interesa y organiza adecuadamente para el estudio y solución de algunos aspectos del problema de salud individual y colectiva".

Este proyecto está ya en construcción y esperamos poderlo terminar durante el presente año, siendo su costo y financiamiento actual, debido a las variaciones de las especificaciones el siguiente:

Particulares 17.2%	$ 1.100.000
Municipalidad 17.2%	1.100.000
D. Obras Sanitarias 28.1%	1.800.000
D. C. I. O. S. 37.5%	2.400.000
Costo total	$ 6.400.000

Por razones psicológicas el Comité Ejecutivo prefirió que el Departamento Cooperativo absorbiera el mayor costo de las obras y no innovar en los aportes ya acordados tanto de los particulares como de la Municipalidad.

Placilla:

Placilla es un pueblecito de 1.235 habitantes, similar a Peralillo.

Habiendo solicitado nuestra cooperación para la construcción de su propio servicio de agua potable se han realizado los estudios de ante-proyecto y se le ha comunicado a la Municipalidad el costo, y la forma en que podrían ser financiados.

Se espera la aprobación de la Municipalidad para iniciar de inmediato una campaña de educación y de organización con el objeto de reunir los aportes acordados.



Una campesina usa su bomba recién instalada

Servicios de alcantarillado.

Hasta el momento, a pesar de que reconocemos toda la importancia y la necesidad de fomentar la construcción de sistemas de alcantarillado, por dificultades de tiempo y de personal no nos ha sido posible preocuparnos todavía, de este ítem de trabajo.

Bombas para agua potable.

Para solucionar el problema del agua potable en los casos aislados o de escasa densidad, se importaron, por vías de experimentación, doscientas bombas de mano para agua, cien de ellas eran del tipo de aspiración y las otras 100 del de impulsión.

Estudiada en detalle la forma de trabajo, se acordó que la bomba de aspiración se podría entregar instalada, incluyendo pozo, en $ 6.100 y la de impulsión con un valor variable dependiente de la profundidad de la captación.

Los compradores de estas bombas podrían acogerse como en todos los servicios que estamos proporcionando a la comunidad, a un plan de pagos hasta 10 meses plazo.

Podemos apreciar el éxito de este programa por lo siguiente:

Desde que en Septiembre la posibilidad de obtener estas bombas fué anunciada en las comunas de Peumo y San Vicente, sólo exponiéndolas en nuestros talleres y sin necesidad de realizar ningún programa especial de ventas o de educación, o sea seis meses después, se habían recibido 152 solicitudes de instalación de bombas de aspiración y 90 solicitudes de instalación de bombas de impulsión.

Debido a esta extraordinaria demanda, que aseguraba de por sí el éxito de este programa, se tomaron de inmediato las siguientes medidas:

1.—Cierre temporal del libro de solicitudes hasta que no se contara con más bombas y con equipo de instalación de las mismas.

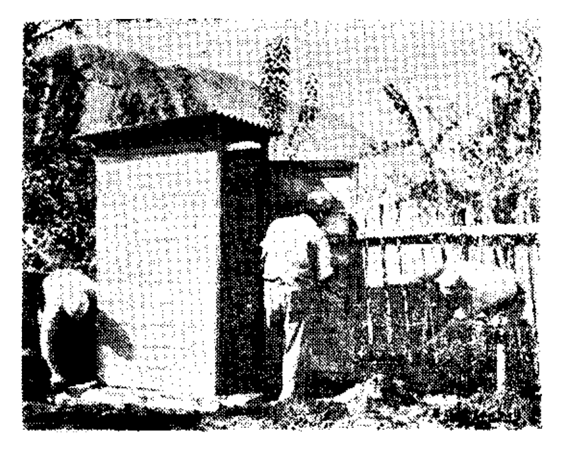
2.—Colocación de una nueva orden de importación de 400 bombas más.

3.—Colocación de órdenes de importación de equipo que facilite la instalación de las mismas.

En la actualidad estamos en condiciones de empezar a acelerar un poco más este

programa que esperamos que en el futuro sea uno de los de mayor importancia.

Hasta la fecha se han instalado 78 bombas de aspiración y 55 bombas de impulsión.



Construcción de letrina sanitaria

Programa de Letrinas.

A continuación, y con el objeto de que este trabajo no se alargue más de lo debido, nos referiremos sólo a la principal de las campañas organizadas para obtener la compra y el uso de letrinas sanitarias.

SESENTA DIAS DE SANEAMIENTO RURAL

La experiencia que ahora entramos a analizar, respondió al deseo de intentar una solución rápida y definitiva del problema de disposición de excretas en una comunidad, mediante un proceso de tratamiento de educación sanitaria.

De los antecedentes obtenidos a través de una encuesta de una comunidad (Peumo), llegamos a conocer la existencia de 309 viviendas que requerían la instalación de letrinas sanitarias.

El plan general del Educador se planteó sobre la base de alcanzar la instalación de las 309 letrinas en un plazo de dos meses calendario, 44 días hábiles, disponiendo de un personal de 3 inspectores de saneamiento.

El plan de acción, que se encuentra redactado, unido a un sistema de anotaciones durante la experiencia, ha permitido obtener una serie de conclusiones que estimamos de valor para la realización de programas similares.

El Comité de vecinos Pro-Saneamiento, fué una prueba de eficiencia del proceso de organización de la comunidad. Los 19 líderes asesorados por el Educador y por los Inspectores determinaron la necesidad de realizar tres campañas: una económica, para ayudar a los de escasos recursos; una de divulgación y educación sanitaria, para sensibilizar a la población en general; y, una de entrevistas para ayudar a resolver algunos casos, especialmente los denominados "difíciles".

Para impartir educación sanitaria grupal previa al tratamiento individual, se programó con el Comité una serie de reuniones públicas, una por cada barrio; cada delegado de barrio ante el Comité se encargaba con el Inspector del sector, de elegir el local y prepararlo convenientemente; durante el día, el Educador recorría el sector en una camioneta equipada con un amplificador de sonido, toca-discos, parlante y micrófono, por medio de los cuales se llamaba la atención sobre el asunto que se iba a desarrollar. Las reuniones públicas, presididas por los vecinos líderes, se desarrollaban con los siguientes elementos: charlas a cargo de un médico local y del educador, proyección de films sonoros de entretenimiento y de saneamiento, una micro exposición compuesta de 12 guaches de 50 por 72 cms. A estas reuniones se registró una asistencia total de 690 adultos y 188 niños, lo que corresponde al 21% de la población en tratamiento. El Comité estudió además cada uno de los 309 casos, considerando en forma especial la situación de los indigentes, a los cuales se ofreció ayuda especial para la adquisición de sus letrinas. Los líderes hicieron tratamiento de 36 casos de-



Educador sanitario en reunión de barrio

nominados "difíciles" obteniendo resolución inmediata en 20 de ellos.

Como conclusión ,la evaluación final nos ha permitido recoger las siguientes cifras: de las 309 letrinas señaladas como objetivo del plan, necesarias para completar el saneamiento en el rubro disposición de excretas, fueron solicitadas y han sido ya instaladas, 294, o sea, el 95%. Las 15 restantes se dividen entre: instituciones cuya aceptación se tramita fuera de la localidad, propietarios residentes fuera de la localidad, propiedades en litigio o con problema de sucesión y "casos difíciles" cuyo tratamiento no se alcanzó a completar dentro del plazo de los dos meses.

LABORATORIO PARA ANALISIS DE AGUA

Junto con la construcción del gran número de pozos individuales que se realizan como parte integrante de este proyecto, se vió la necesidad de establecer algún sistema de control que, aunque no fuera tan rígido como las normas, lo indican para los abastecimientos públicos de agua potable, por lo menos nos diera la confianza suficiente en el sentido de que, por medio de los pozos que construíamos, estábamos dando agua de bebida aceptable a nuestra población.

La tarea de proyectar un laboratorio mínimo, de seleccionar los ensayes que se realizarían en él y establecer un sistema de control, le fué encomendado al Ingeniero Asesor del Instituto de Asuntos Interamericanos, señor John Hepler.

El señor Hepler ha montado este pequeño laboratorio, que él califica de "no oficial" con los elementos necesarios para realizar los siguientes análisis: Análisis bacteriológico, PH, fierro, nitrógeno amoniacal y cloro residual.

Al mismo tiempo ha iniciado un curso de entrenamiento de los inspectores sanitarios y personal técnico del proyecto con el objeto de que cada uno de ellos realice e interprete aunque sea en forma más menos mecánica, los análisis de las aguas de su sector de trabajo.

Por tratarse de un trabajo que consideramos muy importante y novedoso, hemos solicitado al señor Hepler dé a conocer a este mismo Congreso, en un trabajo aparte, mayores pormenores acerca de su laboratorio y de su programa y forma de trabajo.

EXTENSION AGRICOLA

Desde que se sostuvieron las primeras conversaciones acerca del programa de saneamiento rural por realizar, se vió y discutió la conveniencia de desarrollar paralelamente con él, otros programas que, ojalá, formando un solo conjunto pudiera abarcar y satisfacer la mayor parte de las necesidades de la vida campesina.

Entre los problemas que un proyecto como el nuestro debe tratar de solucionar, se encuentra, además de todos los que competen a la medicina, aquellos que dicen relación con la alimentación, vivienda y bienestar.

Aunque desgraciadamente, por razones derivadas de la nueva organización de los Servicios de Salud en nuestro país, al Proyecto 50 aún no le ha sido posible poner en marcha un programa médico intensivo, que dé una atención realmente eficaz a nuestro campesinado, creemos con orgullo que estamos en situación de presentar ante ustedes algunos resultados logrados en extensión agrícola, adelantarles el programa que hemos iniciado en Vivienda y anunciarles que ya tenemos en estudio otro, de Bienestar, el cual será el primero que realice en Chile el Departamento Cooperativo en conformidad con su programa de "Health Welfare and Housing".

El programa de extensión Agrícola que se puso en marcha, si bien en sí mismo no encierra ninguna novedad, ya que no difiere gran cosa de los programas similares que se desarrollan en otros lugares, puede contar entre sus éxitos la rapidez con que ha sido comprendido y aceptado por la población, lo que no podemos dejar de atribuír a la confianza con que son recibidos en la zona tanto nuestros programas como el personal que labora en ellos.

Efectivamente, después de sólo 45 días de trabajo, nuestro Ingeniero Agrónomo señorita Fany Keller se enorgullece de haber formado: dos Comités de pequeños agricultores, tres clubs de dueñas de casa y de tener en formación un Comité de inquilinos en el fundo El Rosario y La Rosa y un Club de dueñas de casa en el fundo La Rosa.

A continuación se dará un resumen del programa de la señorita Keller, que ella



Demostracion técnica a una campesina

prefiere llamar Plan Coordinado de Bienestar Agrícola y Social de la comuna de Peumo.

El programa de Bienestar Agrícola de Peumo ha nacido de la necesidad urgente de crear mejores condiciones de vida rural, de aumentar la producción de alimentos y de darle a la arboricultura frutal la importancia que ella requiere en la economía de la provincia, por ser ésta una zona frutícola por excelencia. Ya que como una consecuencia de la falta de conocimientos en la aplicación de métodos modernos y de implementos mecanizados para la explotación de sus huertos frutales, la comuna de Peumo no se abastece a sí misma de verduras, ganado menor y sub-productos.

Para confeccionar el programa que estamos desarrollando, hemos hecho un estudio psicológico del individuo, del grupo y del ambiente en el cual se debe introducir el ingeniero agrónomo. El dominio del medio nos da el éxito. Es así como, si el medio es el inquilinaje o el pequeño agricultor, debemos prepararnos para confeccionar el programa adecuado a dichos grupos diferentes, pero con un fin común.

Inquilinos.—El trabar conocimiento con este medio y adentrarnos en sus costumbres, en sus ideas, en sus sufrimientos y alegrías, nos coloca ya en camino a nuestra meta, cual es, llevar a ellos los conocimientos técnicos adecuados que les aseguren su progreso material y la satisfacción a que toda criatura aspira.

Pequeños agricultores.—Los beneficios sociales que percibe son pequeños, por lo tanto no satisface los ideales de educación para sus hijos y de bienestar material para su hogar, es así que está casi en las mismas condiciones que el inquilino, con la diferencia de que el pedazo de tierra en que habita es propia; pero su ignorancia en la técnica moderna, le impide explotarla en forma racional y obtener los beneficios que con los conocimientos cabales de ella podría lograr.

De nivel cultural superior al inquilino, es más fácil al ingeniero agrónomo o instructor agrícola el hacerle comprender sus problemas y despertar en ellos el deseo de resolverlos.

Resumiendo, tenemos que el conocimiento de estos grupos esenciales para nuestro programa de Bienestar Agrícola y Social debe complementarse con conocimientos de la economía agrícola total del país, del plan agrario general en desarrollo, de los adelantos actuales y en estudio en las estaciones experimentales y laboratorios y con intercambio de ideas e investigaciones con los demás países.

DESARROLLO:

El programa consta de los siguientes puntos:

Formación de Comitées de pequeños Agricultores y de Inquilinos.

Formación de Comitées de pequeños Agricultores especializados (fruticultores y otros).

Formación de clubes de dueñas de casa.

Formación de Clubes Agrícolas 4-C (4-H en EE. UU.), y ubicación de líderes auxiliares especializados (costura, nutrición, carpintería).

Habiendo comenzado estos trabajos el 15 de Marzo del presente año, hemos ya formado, como se ha dicho, dos Comitées de pequeños agricultores; tres clubes de dueñas de casa y estamos organizando un Comité de inquilinos en el Fundo "El Ro-

sario" y un club de dueñas de casa y Comité de inquilinos en el Fundo "La Rosa".

Es interesante hacer notar las actividades desarrolladas por los Comitées y por el Club. En los primeros, los pequeños agricultores han hecho los pedidos de desinfectantes pa a sus árboles frutales; previa visita del agrónomo a sus huertos y previas charlas y demostraciones con respecto a diferentes plagas y enfermedades de los árboles y a la forma de atacarlas. Además las facilidades que se dan en el préstamos de las moto-bombas, son correspondidas en parte, por el cariño con que las tratan. Hemos sorprendido en varios huertos que, en los momentos en que la máquina está detenida, la cubren con un blanquísimo mantel, además un agricultor dijo en una de las reuniones del Comité: "que si alguien encontraba algún desperfecto en la moto-bomba, todos debían defenderla, por cuanto prestaba tanta utilidad".

En las reuniones del Comité se fijan los pedidos de semillas para chácaras, árboles frutales de criadero, abonos, desinfectantes, etc. Durante las visitas a los huertos, se dan consejos técnicos, a veces se reunen grupos de agricultores en un huerto determinado y se realizan demostraciones varias.

Con respecto a las actividades de los clubes de dueñas de casa, de inmediato se vé un resultado, tanto en el aspecto exterior de sus ropas, que ellas mismas se confeccionan en las sesiones quincenales de costura y confección, como en los conocimientos de nutrición. Además, ellas están a cargo de los huertos caseros de hortalizas para lo que hemos introducido un método de concurso, con premios, para estimular así el fomento de este importante rubro. Reciben además conocimientos de arreglo del hogar, como concretar pisos, blanqueo de murallas y confección de muebles.

Tanto a los Comitées, como a los clubes, se les facilitan todo clase de herramientas, maquinarias, semillas, desinfectantes, facilidades de transporte, etc. Por supuesto, que como todos nuestros programas, estas facilidades, semillas o materiales deben ser cancelados por los beneficiados.

Con respecto a los clubes juveniles agrícolas, aún no hemos comenzado a organizarlos, porque creemos que antes deben funcionar bien los clubes de adultos para que ellos, los padres, comprendan bien los beneficios que se adquieren y ellos mismos induzcan a sus hijos a inscribirse en los propios. Referente a este punto, nuestra experiencia nos ha demostrado que es un factor psicológico de importancia en estos medios rurales, no comenzar con los clubes juveniles para continuar después con los de adultos y ni siquiera comenzar ambos al mismo tiempo, pues se crea un complejo en los padres al creer que, el formar Comitées y clubes "son cosas de niños".

Atribuímos quizás a lo anterior, que nuestro plan haya tenido un éxito mayor que el esperado, habiéndose logrado en dos meses, la formación como ya se ha dicho de dos Comitées y tres clubes.

VIVIENDA

Realmente, estimados colegas, después de escribir el título de "Vivienda" no he podido menos de titubear al sentirme aquí ante ustedes enfrentando este pavoroso problema nacional.

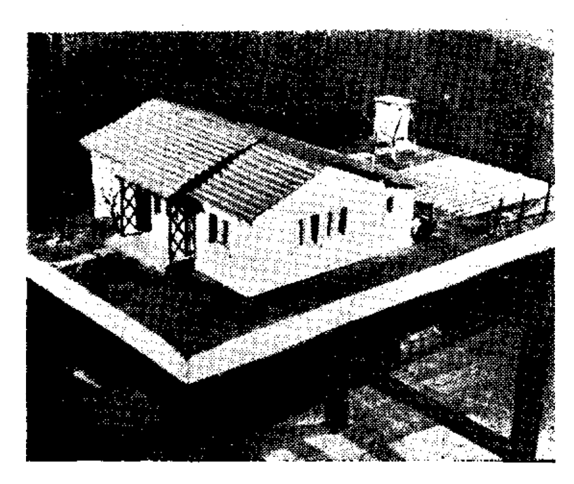
Según las estadísticas, Chile se encuentra en la actualidad con un déficit de más de 400.000 casas, sus necesidades para satisfacer la demanda anual por el aumento de población y casas destruídas asciende más o menos a 40.000 casas y estamos construyendo no más de 8.000 al año.

Debido a las cifras anteriores, que por lo demás no necesitan comentarios, es por lo que en la actualidad nuestro Gobierno se encuentra empeñado en un plan general de construcción de viviendas por medio de un organismo llamado "Corporación de la Vivienda".

Por nuestra parte, en nuestro programa de Peumo, hemos querido agregar nuestro grano de arena a la solución general del problema.

En la actualidad contamos con un Arquitecto Residente, el cual, además de dar asistencia técnica a las autoridades y vecinos con el objeto de lograr un crecimiento más organizado de estas pequeñas comunidades rurales y levantar los niveles actuales hasta lo que hemos dado por llamar casas sanitariamente habitables, está preocupado especialmente de la realización de nuestro micro-programa de vivienda, que consiste en lo siguiente:

Queremos determinar hasta dónde es posible y con qué ayuda un obrero, con



Maquette de casa en construcción. — Un programa de ayuda propia-ayuda mutua

entradas familiares normales puede, con su propio esfuerzo, solucionar su problema de vivienda.

Mediante una encuesta se determinó que dicho obrero podía y estaba dispuesto a realizar una inversión de hasta mil pesos mensuales si con ello era posible la obtención de su soñada casa propia. Sin embargo, por un estudio más cuidadoso, nuestros técnicos han determinado que haciéndoles ver que lo anterior puede salir del área de lo soñado, no habría dificultad en que la suma anterior sea elevada a $ 1.500 o sea que comprometieran en el intento como máximo un 20 a 25% de sus entradas.

Con esta posibilidad, los arquitectos estudiaron a continuación un plano mínimo típico de una casa rural con posibilidades de ser ampliada en el futuro y en la cual el costo de los materiales de construcción no excedería de $ 72.000. Dicha casa tendría una superficie edificada de 54 m2, distribuídos en dos dormitorios, living, comedor y cocina además de un corredor.

Para lograr la construcción de estas casas hemos organizado a los candidatos a ellas en grupos de a tres unidos por los siguientes requisitos y compromisos:

1.º—Deben ser aceptados por ellos mismos.

2.º—Deben poseer una situación económica similar.

3.º—Deben comprometerse a trabajar asociados en la construcción de sus propias viviendas.

4.º—Deben comprometerse a realizar un aporte de por lo menos $ 1.500 mensuales, y

5.º—Deben comprometerse a acatar en todo las instrucciones y forma de trabajo impuesto por nuestros técnicos.

Aceptados por nosotros y organizados en esta forma procederemos a abrirles una especie de libreta de crédito, mediante cuya presentación y debidamente autorizados puedan retirar de nuestras bodegas los materiales a medida que los vayan necesitando y hasta por un valor de $ 18.000 o sea, que se les mantiene un crédito por esta suma hasta la terminación de la casa.

Quizás para ustedes, como para algunos colegas nacionales, las cifras dadas puedan parecerles extremadamente bajas, como justificación debo decir que los materiales de que hablamos son los exclusivamente básicos, o sea, cemento, maderas, etc. ya que los que incluyen algún proceso, como bloques de cemento o puertas y ventanas, deberán ser elaboradas por ellos mismos, suministrándoles nosotros toda clase de facilidades, maquinarias y enseñanza en nuestros talleres.

En la forma anteriormente expuesta esperamos que las casas cuya construcción estamos iniciando, estén terminadas en un período de tres años y que sus ocupantes las hayan, con nuestro sistema, totalmente cancelado en cuatro. En la actualidad a medida de experimentación, hemos iniciado este ensayo con tres grupos de a tres personas cada uno.

Como crítica a este programa, hemos recibido la del tiempo, para algunos es un proceso demasiado largo a través del cual los propios interesados irán perdiendo el interés. Sin embargo, nosotros creemos que será este un proceso inverso, en el cual, el interés irá en aumento ante la contemplación de aquellas murallas, que poco a poco van creciendo y que lo harán tanto más rápidamente, cuanto mayor sea la dedicación y los sacrificios realizados para la satisfacción de este, su ideal, su casa propia.

Además, podríamos contestar, ¿no es este obrero nuestro propio, paciente y sufrido campesino, al que siempre lo vemos plantar con gozo la simiente de un nuevo árbol, del cual siempre espera cosechar sus frutos aunque tenga que esperar 3, 4, 5 o 10 años?

Reconocimiento.

Por último, antes de terminar este trabajo quiero dejar especial constancia que el anterior no es un trabajo personal sino el resultado de los esfuerzos y dedicación de un grupo de profesionales y técnicos con quienes solamente me cabe el honor de trabajar. Con lo anterior quiero referirme al Dr. Alfredo Taborga, Jefe del Sub-Departamento de Educación Sanitaria, con quien además de los lazos de amistad me ligan aquellos que dicen relación con el logro de un ideal común de salud para nuestro pueblo, al Ingeniero señor John Hepler y al señor Philip Riley, Asesores del Instituto de Asuntos Interamericanos, por su franca, decidida y entusiasta colaboración, a los miembros del Comité Consultivo, a los Ingenieros señores Guillermo Medina, Fernando del Sol y Alfredo López, a la ingeniero Agrónomo Srta. Fanny Keller, a los Arquitectos señores Jaime Rodríguez, Patricio Pinto, al Educador Sanitario señor Jorge Bravo, a los sub-ingenieros señores Manuel Zarricueta y Pablo Lutty, a nuestra secretaria Srta. Adriana Valdivia, a todo el personal de la División Técnica y Administrativa del Departamento Cooperativo, tanto de Santiago como el que presta sus servicios en el terreno mismo y, en forma muy especial, a nuestro Ingeniero Residente, Jefe del Proyecto 50 Ing. Sr. Patricio Labra, quien ha sabido con su dedicación y amor a nuestra tierra, hacerse acreedor a nuestro reconocimiento y al respeto tanto de su personal como el aprecio de los habitantes de la zona de trabajo.

Evolución de la ingeniería de salud pública chilena en los últimos años.



Ing. Guillermo Torres de Castro, autor del trabajo en colaboración con Ing. Alfonso Herrera Lira e Ing. Julio Basualto Valenzuela del Servicio Nacional de la Salud.

1) Generalidades:

Si consideramos la especialidad de la Ingeniería Sanitaria en sus aspectos de saneamiento básicos en centros urbanos, en especial el abastecimiento de agua y la eliminación de las aguas servidas, podemos afirmar que Chile se ha contado entre los países que marchan a la vanguardia en la América Latina.

Sin embargo, hasta épocas relativamente recientes nuestra concepción de la especialidad pecaba de incompleta y, en cierto modo, anticuada.

En efecto, si bien se había alcanzado un alto grado de eficiencia en el proyecto, construcción y explotación de obras de agua potable y alcantarillado, la labor de Ingeniería Sanitaria era exclusivamente técnica y se realizaba sin contacto alguno con la comunidad.

En otras palabras, el grueso de nuestros Ingenieros Sanitarios correspondía a la definición del Ingeniero de Obras Sanitarias, en contraposición al concepto del Ingeniero de Salud Pública.

Desempeñándose en otros aspectos de la especialidad existía además un pequeño núcleo de profesionales, cuyas actividades se desarrollaban dentro del Servicio Nacional de Salubridad en su Departamento de Ingeniería Sanitaria.

En general, la labor de estos profesionales se limitaba al aspecto de la policía sanitaria, esto es, a la vigilancia del cumplimiento de las normas pertinentes establecidas en el Código Sanitario Chileno.

Sin entrar en mayores detalles, indicaremos que dicho Código confería al Servicio Nacional de Salubridad, dentro de la especialidad de la Ingeniería Sanitaria, atribuciones relacionadas con

1) Agua potable y alcantarillado, en sus aspectos de aprobación de proyectos y control de explotación.

2) Saneamiento de cursos de agua.

3) Control de alimentos.

4) Higiene Industrial.

5) Medidas de profilaxis general, como ser desinsectación, desratización, etc.

6) Algunos aspectos de higiene de la vivienda y locales públicos.

Otras funciones sanitarias relacionadas con la Ingeniería eran conferidas por el mencionado Código a las Municipalidades, dejando establecido, sin embargo, que aquellas que no contaran con los recursos necesarios para dar cumplimiento a dichas obligaciones, podrían solicitar la cooperación del Servicio Nacional de Salubridad. Por otra parte, se establecía que en caso de negligencia grave de una Municipalidad en el cumplimiento de sus obligaciones sanitarias específicas, éstas podrían ser delegadas en funcionarios de dicho Servicio a costa de la Municipalidad respectiva.

2) El Departamento de Ingeniería Sanitaria.

El cuerpo de Ingenieros del Servicio Nacional de Salubridad, en su organización primitiva, tenía el carácter de asesor para la Dirección General y normativo o consultivo, según el caso, para los Servicios Sanitarios Provinciales, como supervisor general de toda actividad que en el país se relacionara con la vigilancia de las condiciones ambientales.

En general, su labor se limitaba a lo siguiente: Informar sobre todos los proyectos de Ingeniería Sanitaria sometidos a la

consideración de la Dirección General de Sanidad; realizar estudios, diseños y normas técnicas en las materias de la especialidad; practicar inspecciones en casos especiales; atender consultas técnicas de parte de entidades públicas o privadas.

La labor de control encomendada por el Código Sanitario se efectuaba en forma incompleta, debido a la insuficiencia de personal y medios de trabajo.

Esta misma razón hacía imposible realizar una labor más dinámica y en concordancia con la moderna Ingeniería de Salud Pública, llegando hasta la Comunidad en programas de promoción de obras de saneamiento.

3) Primeros programas de saneamiento.

En las condiciones descritas anteriormente, solamente la colaboración con otras entidades podría permitir la realización de una labor de mayor envergadura.

En efecto, en el año 1943 y gracias a un convenio suscrito por los gobiernos de Chile y Estados Unidos de Norte América, se creó el Departamento Cooperativo Interamericano de Obras de Salubridad, como una organización dependiente del Servicio Nacional de Salubridad.

En Departamento de Ingeniería Sanitaria, por el carácter de sus funciones dentro de dicho Servicio, fué llamado a colaborar en el estudio y ejecución de programas específicos y es así como en el año 1945 tuvo participación activa en el Programa de Saneamiento de aguas de riego de la Zona Sur de Santiago.

Posteriormente, y siempre en colaboración con el Departamento Cooperativo Interamericano de Obras de Salubridad, intervino en los siguientes programas:

1946.—Control de expendio de alimentos en la Zona Céntrica de Santiago.

1947.—Control de enfermedades infecto-contagiosas en el Gran Santiago.

1949.—Saneamiento del Valle del río Aconcagua en la provincia de Valparaíso.

4) Convenios con la Fundación Rockefeller.

A pesar de estar desarrollando una labor sanitaria más amplia, el personal técnico del Departamento de Ingeniería Sanitaria seguía reducido hasta 1949 a tres Ingenieros.

En dicho año, la Fundación Rockefeller, que desde 1942 estaba cooperando al desarrollo y progreso de la Salubridad del país, manifestó su propósito de contribuír técnica y económicamente a dar al Departamento de Ingeniería Sanitaria una organización que le permitiera no sólo cumplir en forma eficiente sus funciones específicas sino también realizar una labor más amplia en los diversos aspectos del saneamiento básico.

Este propósito cristalizó, a principios de 1950, en la firma de un convenio entre la Fundación Rockefeller cuyo representante en Chile era el Dr. John H. Janney, y el Director General de Sanidad, en representación del Fisco, que en síntesis especificaba lo siguiente:

Se dará nueva estructura al Departamento de Ingeniería Sanitaria, con el fin de ejecutar un determinado plan de saneamiento, cumplir las funciones que las leyes y Reglamentos determinan en las materias pertinentes a la Dirección General de Sanidad, y atender los problemas de la higiene industrial. Las actividades estipuladas en el convenio se financiarían con un aporte en carácter de donación de la Fundación Rockefeller, consistente en la suma de $ 1.000.000 moneda nacional y hasta $ 500.000 en servicios y materiales.

Por su parte, la Dirección General de Sanidad contribuiría con sumas iguales y en los mismos términos.

El convenio indicaba además los procedimientos para las inversiones y para el control y estipulaba que su duración sería de un año, pudiéndose renovar por períodos iguales y en los mismos términos.

Conjuntamente con la tramitación de este convenio fué designado Asesor Técnico de la Dirección General de Sanidad el Ingeniero Sanitario de la Fundación Rockefeller Sr. Bruce Eckhardt Sasse.

Ante el satisfactorio cumplimiento de este primer convenio que permitió iniciar una evolución muy marcada en la organización y actividades del Departamento de Ingeniería Sanitaria, de la cual hablaremos con mayor detalle más adelante, se firmaron nuevos convenios sucesivos, redactados en forma análoga al primero y variando los aportes, tanto de la Fundación Rockefeller como del Fisco chileno.

En el año 1951 el aporte de la Fundación ascendió a la suma de $ 1.000.000 moneda nacional y US$ 5.000 moneda

americana. Por su parte, el Fisco aportó $ 5.000.000 moneda nacional.

En 1952, siendo ahora representante en Chile de la Fundación Rockefeller el Ingeniero Sr. Bruce E. Sasse, dicha institución mantuvo su aporte del año 1951, especificándose que los 5.000 dólares se aportarían en equipo y vehículos para el Departamento de Ingeniería Sanitaria.

El Fisco chileno elevó su aporte a la suma de $ 6.000.000 moneda nacional.

En el año 1953 el convenio estipuló un aporte de la Fundación Rockefeller de 30.000 dólares en vehículos y equipo. Por su parte, el Fisco chileno mantuvo su aporte de $ 6.000.000.

Además de los aportes especificados en los convenios, la Fundación cooperó en este período a la formación de personal técnico mediante el otorgamiento de becas de estudios en Universidades norteamericanas para ingenieros del Servicio.

En total han sido becados 2 Ingenieros Sanitarios y 2 Ingenieros especialistas en Higiene Industrial.

5) Evolución de la organización y actividades del Departamento de Ingeniería Sanitaria.

Ya hemos visto cuáles eran las funciones del Departamento de Ingeniería Sanitaria hasta el año 1949, y el personal técnico que las atendía.

En 1950, contando ya con la cooperación de la Fundación Rockefeller, se dió el primer paso para darle una nueva estructura contratando 6 nuevos Ingenieros Civiles, que recibieron entrenamiento y preparación en Ingeniería de Salud Pública en el Departamento.

Contando con este nuevo personal técnico se elaboró un plan de saneamiento que debería realizar la Jefatura Sanitaria Provincial de Santiago, a la que se trasladaron tres de estos Ingenieros. Dicho Plan consultaba como actividad principal el control de agua potable en la ciudad de Santiago, servida principalmente por la Empresa de Agua Potable de Santiago, pero donde existe además un gran número de abastos particulares que sirven a Poblaciones, industrias, instituciones, etc.

En forma análoga, se destinó otro Ingeniero a la provincia de Valparaíso, con la misión de desarrollar una campaña de mejoramiento de disposición de excretas, saneamiento de aguas de regadío y promoción de la ejecución de conexiones domiciliarias de alcantarillado y agua potable financiadas principalmente mediante la aplicación de ciertas leyes que autorizan créditos con este objeto. Además se iniciaron campañas de promoción de extensiones de las redes de agua potable y alcantarillado que construiría la Dirección de Obras Públicas con aporte de los propietarios beneficiados.

Otro programa similar se inició en la ciudad de Illapel, en la provincia de Coquimbo.

Todos estos programas se realizaban bajo la dirección técnica y supervigilancia del Departamento Central de Ingeniería Sanitaria, que además inició la intensificación y sistematización de las funciones rutinarias de control y policía sanitaria.

Aparte de estas actividades, a fines de año se contrató un Ingeniero que se especializaría en Higiene Industrial y se anexó al Departamento de Ingeniería Sanitaria el Departamento de Higiene Industrial de la Dirección General de Sanidad, con su personal médico especializado.

Conjuntamente con la elaboración de estos programas especiales, se abordó el problema del personal auxiliar. En lo que se refiere a Inspectores de Saneamiento, se contó con el personal formado en los cursos de la Escuela de Salubridad. Sin embargo, la nueva orientación dada a las labores de saneamiento en que el Servicio que hasta entonces se limitaba a funciones policiales y de control, pasaba a colaborar con la colectividad e impulsar la construcción de obras sanitarias, introdujo la necesidad de un personal que colaborara con el Ingeniero en un nivel técnico superior al del Inspector de Saneamiento. Para estas funciones se consideró como más adecuados a los Constructores Civiles, profesionales formados en la Universidad de Chile y que con un entrenamiento previo en el Departamento de Ingeniería Sanitaria han probado ser elementos muy eficientes en las diversas labores de saneamiento.

Además de esto, se vió la necesidad de organizar Talleres Sanitarios que permitieran extender la colaboración al aspecto constructivo en instalaciones domiciliarias de cualquier tipo.

Se inició pues la instalación en Santiago de un taller cuyas funciones principales

serían la prefabricación de letrinas sanitarias y la ejecución de instalaciones interiores de alcantarillado en aquellos casos, muy numerosos en la ciudad, en que habiendo red pública en determinada calle, los propietarios no se habían conectado a ella.

En el año 1951, teniendo ya en marcha estos primeros programas, se extendieron las nuevas actividades del Departamento a todo el país, que para este fin se dividió en seis zonas a cargo de Ingenieros Sanitarios Zonales.

El aumento de las actividades hizo necesaria la contratación de nuevo personal, y es así como al finalizar el año se contaba con 22 Ingenieros y 15 Constructores Civiles.

Por iniciativa del Departamento se dictó en la Escuela de Salubridad un curso abreviado de especialización para Ingenieros Sanitarios que facilitó la preparación de los profesionales recién ingresados al Servicio.

La nueva organización y el personal técnico más numeroso, permitió al Departamento no sólo mantener un ritmo acelerado en los programas iniciados en el año 1950, sino también abordar nuevas actividades en otros campos de la especialidad.

En Valparaíso, por ejemplo, se inició una campaña de desratización que incluía no sólo la eliminación de las ratas sino también la protección de edificios, para lo cual se montó un taller que además de atender estas funciones abordó también las instalaciones domiciliarias de alcantarillado.

La Sección Higiene Industrial que contaba con 3 nuevos ingenieros inició en la Comuna de San Miguel un programa de encuestas y saneamiento de industrias que posteriormente se extendería a todo el país.

En las especialidades de agua potable y alcantarillado, se abordó la promoción de la construcción de obras que ejecutaría la Dirección de Obras Públicas con aporte de los vecinos. Para esto, ingenieros del Departamento elaboran ante-proyectos y estimaciones de costo que sirven de base para la campaña de propaganda, formación de Comités, estudio de los aportes individuales, etc.

En forma análoga, en los años 1952 y 1953 se continuó con los programas ya iniciados, extendiéndolos a otras localidades y abordando nuevas actividades, para lo cual se estructuró la organización de las seis zonas en que se había dividido el país, creando Oficinas de Saneamiento, por lo general a cargo de Constructores Civiles, y dotándolas de personal técnico y administrativo, elementos de trabajo y movilización.

Entre las principales actividades nuevas que se abordaron podemos destacar las siguientes:

Desinsectación, a cargo de Talleres Sanitarios. La labor se organiza a base de brigadas dotadas de todos los elementos para la aplicación de insecticidas. En este rubro se han realizado campañas en diversos puntos aplicando insecticidas especialmente en lugares de expendio de alimentos y locales públicos.

Fomento de la vivienda sanitaria rural, colaborando con los propietarios rurales en la edificación o reparación de viviendas.

Eliminación de basuras urbanas, organizando faenas de demostración de Relleno Sanitario en Santiago y promoviendo en otras localidades la adopción de sistemas de tratamiento por fermentación para la obtención de abonos orgánicos.

Programas de investigación y experimentación en varios rubros, especialmente la obtención y tratamiento de agua para la bebida.

En el aspecto de Higiene Industrial se realizaron también grandes progresos, contándose con la colaboración de especialistas destacados en el país por el Instituto de Asuntos Interamericanos, especialmente desde 1952, en que se llegó a un acuerdo con el Departamento Cooperativo Interamericano de Obras de Salubridad, que a través de su Proyecto N.º 49 proporcionó una considerable ayuda en materiales, instrumental y medios de transporte, y colaboró en el entrenamiento de personal mediante becas de estudio y práctica para tres Ingenieros y un Médico especialista en Higiene Industrial.

Esto permitió ampliar los programas de Salubridad Industrial y dar cumplimiento a las nuevas funciones encomendadas por la Ley 10.383, de que se hablará más adelante.

Todas estas actividades demandaban un aumento del personal técnico y es así como en 1952 el número de Ingenieros del Servicio ascendía a 30, secundados en sus labores por 25 Constructores Civiles.

Estas cifras aumentaron en 1953 a 36 Ingenieros y 36 Constructores Civiles.

6) El Servicio Nacional de Salud.

Estando en pleno desarrollo la evolución que se detalló en el párrafo anterior, el Congreso Nacional de la República de Chile dió su aprobación a la Ley N.º 10.383, que creó el Servicio Nacional de Salud, y que se puso en vigencia con fecha 8 de Agosto de 1952.

Este Servicio, cuya función específica es "la protección de la Salud por medio de acciones sanitarias y de asistencia social, y atenciones médicas preventivas y curativas", nacía como el resultado de la fusión de varios servicios existentes en el país a la fecha de la promulgación de la Ley.

Estos eran:

a) El Servicio Nacional de Salubridad.

b) La Junta Central de Beneficencia y Asistencia Social.

c) El Servicio de Seguro Social.

d) La Dirección General de Protección a la Infancia y Adolescencia.

e) La Sección Técnica de Higiene y Seguridad Industriales, dependiente de la Dirección General del Trabajo.

f) El Instituto Bacteriológico de Chile; y

g) Los Servicios Médicos y Sanitarios de las Municipalidades, con ciertas excepciones que fueron determinadas por el Reglamento de la Ley.

Naturalmente al pasar a formar parte de este nuevo organismo el Servicio Nacional de Salubridad, y por ende su Departamento de Ingeniería Sanitaria, las actividades de este último se vieron considerablemente modificadas, principalmente en los siguientes aspectos:

En lo que se refiere a las funciones, éstas fueron incrementadas por una parte considerable de las que anteriormente correspondían a los Servicios Sanitarios Municipales. Entre éstas podemos citar las que se refieren a la policía sanitaria en lo que concierne a salubridad de la vivienda y locales públicos; molestias públicas (humo, ruido, olores, gases tóxicos, etc.); limpieza y conservación de canales urbanos, desagües, etc.; control de alimentos; reglamentación sobre saneamiento previo de terrenos para construcciones y requsitos de los materiales para éstas, etc.

En la especialidad de Higiene Industrial, las funciones se incrementaron con las que anteriormente correspondían a la Sección Técnica de Higiene y Seguridad Industrial dependiente de la Dirección General del Trabajo, y a los Servicios de Medicina del Trabajo del Servicio de Seguro Social.

En lo que se refiere a la organización, la modificación ha sido más importante debido a las disposiciones del Reglamento de la Ley sobre la organización general del Servicio Nacional de Salud.

Según dicho Reglamento, el Servicio se rige por una Dirección General de la cual dependen una Sub-Dirección General y una Sub-Dirección Normativa. El Territorio Nacional está dividido en 18 Zonas de Salud, dependientes de la Sub-Dirección General, mientras la Sub-Dirección Normativa tiene a su cargo los Departamentos Técnicos centralizados, unos de los cuales es el Departamento de Higiene Ambiental, que corresponde en líneas generales al antiguo Departamento de Ingeniería Sanitaria.

Esto ha traído como consecuencia que los Ingenieros Sanitarios destacados en las Zonas no tienen relación directa, en lo que se refiere a programas de Saneamiento, con el Departamento Central de Higiene Ambiental, sino que dependen administrativamente del Jefe Médico de la Zona correspondiente.

Sin embargo, en el aspecto técnico todos los programas que se abordan en las Zonas deben ser sometidos a la aprobación y supervisión del Consejo Técnico del Servicio, que está integrado por los Jefes de Departamentos Normativos. Por otra parte, como su nombre lo indica, dichos Departamentos tienen como función principal la dictación de las Normas a las que se deben ceñir todas las actividades de las Zonas de Salud.

7) El Departamento de Higiene Ambiental.

Ante la nueva modalidad de trabajo impuesta por la referida Ley N. 10,383 y su Reglamento, el primitivo Departamento de Ingeniería Sanitaria debió adoptar una organización que le permitiera desempeñar en forma eficiente sus nuevas funciones, diferentes de las antiguas tanto en su extensión como en su índole misma.

Un requisito previo e indispensable pa-

ra abordar el estudio de esta nueva organización fué efectuar una revisión completa de la situación existente en el país, en los diversos items del saneamiento ambiental.

Hemos creído de interés consignar en forma sucinta esta apreciación general.

* * *

a) Agua potable.

De la población urbana total del país (3.615.100 hbs.) un 75,8% está abastecido por servicios de Agua Potable, que en total alcanzan a 280 plantas. De ellas la mitad con servicios fiscales y el resto particulares; estos últimos abastecen a un 10% de la población servida.

Un estudio sanitario ha evidenciado la necesidad de ejecutar 1.120 Km. de extensiones en las redes existentes, para abastecer de agua a toda la población urbana, cuyo costo deben financiar en gran parte los vecinos y las Municipalidades.

Además, en las ciudades con servicios de agua potable, se estima que faltan 42.000 conexiones domiciliarias frente a las redes existentes, que deben ejecutar por su cuenta los propietarios.

Por otra parte, existen más de 400 pequeños núcleos de población con 200 a 1.000 hbs. que no tienen agua potable ni están considerados en los programas de construcciones del Ministerio de Obras Públicas, por su escasa población.

Por último quedan las áreas rurales, con 2.300.000 hbs. que en gran parte consumen aguas contaminadas.

Estas necesidades constituyen campo de acción para el Servicio Nacional de Salud, que podrá organizar a la colectividad para despertar su interés y cooperación, al mismo tiempo que podrá elaborar anteproyectos en algunos casos, o aún hacerse cargo de la ejecución de obras reducidas a precio de costo, cuando esta función no interfiera con la de otro organismo.

b) Alcantarillado.

Un 40,7% de toda la población urbana cuenta con redes de alcantarillado —64 servicios— de los cuales sólo 10 tienen plantas depuradoras de aguas servidas.

En las zonas urbanas con agua potable se necesita ampliar las redes de desagües en una extensión de 136,5 Km. A esto hay que agregar la ejecución de las conexiones domiciliarias que, al sumar el déficit actual con las ampliaciones de redes dan un total de 48.000, que deberán costear los propietarios.

Existen además 84 ciudades con una población abastecida de agua potable de 190.000 hbs. que no cuenta con servicio de alcantarillado.

Finalmente en las áreas sub-urbanas y rurales, gran parte de la población elimina las aguas servidas por sistemas muy primitivos e insatisfactorios.

Como en el caso del agua potable, en este campo también existen para el Servicio múltiples oportunidades para llevar a cabo sus funciones de fomento y control.

c) Higiene y Seguridad en la Industria.

La población obrera total se estima en 1.460.000 individuos de los que, descontando los dedicados a minería y agricultura, un 75% trabajan en la industria y faenas análogas.

En el campo de la Higiene Industrial las estadísticas son deficientes por su mala denuncia, debido al desconocimiento de las diferentes tecnopatías por parte de los empresarios o de los médicos tratantes. Sólo se conoce una pequeña fracción de las enfermedades profesionales que han creado incapacidad permanente y que deban conocer los tribunales del trabajo; queda ignorado el grupo más importante de las enfermedades de carácter crónico o subagudo.

En cuanto a riesgos potenciales existentes, de una encuesta reciente sobre una muestra representativa de más de 47.000 obreros industriales, se deduce que el 70% de ellos estaban expuestos a uno o más riesgos, con un promedio de casi 2; de los 37.000 expuestos sólo el 7% contaba con protección adecuada.

En esta misma muestra, las condiciones sanitarias generales revelaron que un 10,5% carecía de agua potable, un 22% no tenía sistemas de eliminación de excretas, un 94,2% no disponía de bebederos higiénicos, y un 78,3% carecía de comedores para los obreros.

Respecto a seguridad industrial, las estadísticas son mucho más exactas; actualmente se producen por año: 1.340 muertes

por accidentes del trabajo y 284.000 accidentes no mortales, con 12.500.000 días de trabajo perdidos (8,6 días por obrero) y un costo total de más de seis mil millones de pesos (más de $ 1.000 por habitante).

Hasta ahora ha existido una enorme desproporción entre el esfuerzo preventivo dirigido al ambiente de trabajo y el costo de las enfermedades profesionales y de los accidentes del trabajo.

Los problemas de higiene y seguridad industriales son de producción y deben resolverse considerando, además de la protección de la salud de los obreros, la conveniencia económica de su prevención, mejorando las condiciones del ambiente mediante la ingeniería, bajo los auspicios y la ayuda técnica del Servicio Nacional de Salud, por medio de su Departamento de Higiene Ambiental.

d) Habitación.

El déficit actual de viviendas se estima en 500.000; para satisfacerlo en un plazo de 25 años, atendiendo además al crecimiento vegetativo de la población y al reemplazo de casas destruídas, se necesita construir un promedio de 40.000 viviendas por año.

La magnitud del problema, difícil de resolver por los mecanismos normales, ha llevado a las familias de escasos recursos a improvisar tres tipos característicos de soluciones:

1) La transformación de la vivienda unifamiliar en plurifamiliar, multiplicando las residenciales, colectivos y conventillos;

2) la organización espontánea de grupos de personas en comunidades que han adquirido terrenos, subdividiéndolos y construyendo en ellos sus viviendas sin control técnico ni urbanístico, por la obligada pasividad o impotencia de las municipalidades;

3) la ocupación violenta de terrenos ajenos, levantando en ellos albergues provisorios.

Este esfuerzo, realizado sin control técnico ni supervisión adecuada, ha originado la falta de condiciones sanitarias de la vivienda existente, que agregada al hacinamiento resultante de su déficit actual, son factores decisivos en la propagación de enfermedades transmisibles. Se justifica, pues, la intervención del Servicio Nacional de Salud en la solución de este problema, no sólo por su repercusión en la salud de la población, sino porque es el único organismo que dispone de personal técnico que, cubriendo todo el país, puede mantener un contacto permanente y directo con la población, orientando adecuadamente su interés.



Programa de Higiene Industrial. — Equipo para control de contaminación atmosférica

La acción del Servicio Nacional de Salud, debidamente coordinada con organismos tales como la Corporación Nacional de la Vivienda, se puede desarrollar organizando y guiando a la colectividad hacia las soluciones que los organismos técnicos juzguen más adecuadas, y prestando asesoría técnica a las personas que aislada o colectivamente desean resolver su problema habitacional.

e) Alimentos.

Tanto en fábricas como en locales de expendio, su control es escaso y esporádico, sin un plan general e integral. Salvo en la capital y algunas ciudades importantes, ese control se limita a la inspección del números y estado de las instalaciones y servicios higiénicos, la certificación de los manipuladores, la inspección parcial de los procesos de elaboración y la toma de muestras.

Gran parte de los 30.044 locales de fabricación o expendio, carece de edificios e instalaciones adecuados.

Para la leche, el control de la producción (ganado y establos) se limita a las zonas que abastecen a las plantas pasteurizadoras.

En mejores condiciones se encuentran

las plantas de leche condensada o desecada, pero no así las de sub-productos, como cremas, quesos, helados, etc.

De los 700 mataderos que existen en el país, municipales o privados, sólo un 50% son controlados sanitariamente. Muchos no tienen instalaciones ni superficies adecuadas; similar es la situación para las fábricas de cecinas y sub-productos, aunque es mejor en las de conservas.

El riego de hortalizas con aguas contaminadas por desagües cloacales constituye un problema importante; transitoriamente se deben fijar zonas de prohibición para esos cultivos en áreas determinadas, mientras se proyectan y construyen plantas depuradoras para aguas servidas, aunque esas medidas son de difícil control y ofrecen resistencia entre los agricultores afectados.

El control de pescados y mariscos es bastante efectivo, por lo menos en las etapas de transporte, almacenamiento y expendio; especial atención merecen los viveros de ostras.

f) Basuras.

Sólo algunas ciudades cuentan con equipo apropiado pero no suficiente para la recolección; la mayor parte dispone todavía de vehículos abiertos y de tracción animal.

El volumen diario total del país se estima en 7.100m3, cuya destinación final para el 81% de ella consiste en depósitos abiertos y sin tratamiento; de las basuras tratadas, 880 m3 diarios corresponden a incineración, 450 m3 a relleno sanitario y el resto a plantas de fermentación.

En los basurales abiertos existen todas las condiciones de insalubridad, como insectos, ratas, animales y personas que hurgan materias de cierto valor industrial.

La incineración es inadecuada por diseño deficiente; el relleno sanitario hasta ahora se ha ejecutado sin equipo apropiado; por estas razones ambos métodos resultan de explotación costosa. El procedimiento de transformación en abonos se efectúa todavía en escala muy reducida.

g) Insectos y roedores.

Los principales problemas los constituyen la mosca en las zonas urbanas y suburbanas; los triatomídeos (vinchucas) que en las áreas rurales afectan con la enfermedad de Chagas a una población de 600.000 hbs. con una prevalencia de 9%; el piojo del tifus exantemático, endémico entre la población indígena del sur del país; el mosquito Culex en áreas rurales y balnearios de la costa; la pulga de la rata, y la del hombre y del perro.

Las ratas, aparte de los perjuicios económicos en la mayoría de las ciudades, son afortunadamente sólo un peligro sanitario potencial en los puertos del litoral, en donde subsiste la necesidad de las campañas ofensivas y defensivas de desratización.

* * *

En todos estos aspectos del saneamiento ambiental, el Servicio Nacional de Salud debe cumplir determinadas funciones, tanto en su Departamento Central Normativo como al nivel de las Oficinas Zonales ejecutivas. Estas funciones que le son encomendadas por la Ley N.º 10.383 y su Reglamento, son las siguientes:

En el Departamento de Higiene Ambiental.

1) Reglamentación, que consiste en actualizar las disposiciones reglamentarias existentes o elaborar otras nuevas que sean necesarias, así como coordinarlas con las de otras reparticiones fiscales o municipales.

2) Normalización, o sea establecer normas y procedimientos de control técnico y administrativo para el desarrollo de las actividades en las zonas.

3) Preparación de personal, cooperando a la labor de la Escuela de Salubridad en sus cursos regulares, adiestrando en la especialidad al personal en servicio, y divulgando nuevas técnicas e información especializada.

4) Revisión de proyectos y equipos utilizados en labores de Salud Pública, y asesoría técnica a las Zonas en el diseño y ejecución de obras o actividades especializadas.

5) Estudio y promoción de programas de Higiene Ambiental en las Zonas, y medición de resultados y rendimientos obtenidos en el terreno.

6) Investigaciones de carácter nacional o regional, planeamiento de obras de saneamiento de acuerdo con otras repar-

ticiones públicas, estudio de problemas técnico-sanitarios antes de su atención por las Zonas, o de los que excedan la jurisdicción de una Zona.

7) Coordinación con otras instituciones que desarrollen actividades relacionadas con la higiene del ambiente al nivel nacional, y con los demás Departamentos Normativos del Servicio Nacional de Salud cuando la acción conjunta sea recomendable.

En las Secciones Zonales de Saneamiento Ambiental.

1) Conocimiento completo de los problemas en cada región de una Zona y estudio de las soluciones técnicas, ya sea comunes o individuales, para cada uno de ellos.

2) Ordenación jerárquica de los problemas y elección de prioridad para uno o más de ellos, de acuerdo con su importancia, utilidad y plazos de ejecución

3) Orientación de las labores en el sentido de obtener la participación espontánea y activa de la población en el cumplimiento de los objetivos que se establezcan.

4) Educación Sanitaria, no sólo para la difusión del conocimiento elemental sobre cuestiones relativas al saneamiento ambiental, sino aún para la formación de hábitos entre la población, que lleven a la eliminación total o parcial de las vías de transmisión de enfermedades, derivadas de la conducta de la gente en relación con su ambiente.

5) Provisión de facilidades técnicas y económicas a la población para solucionar sus problemas sanitarios, por medio de Talleres sanitarios y capitales iniciales.

6) Simultáneamente, control de los servicios y establecimientos que existan en la Zona, vigilando el cumplimiento de la reglamentación correspondiente y en general ejerciendo todas las funciones de policía sanitaria.

Para poder desarrollar las actividades de saneamiento en forma planificada y sistemática en el país, fué preciso formar un Departamento Central sólido, capaz de dar la orientación general y la ayuda técnica necesarias a las Oficinas de Saneamiento creadas en las Zonas en que se divide el territorio.

Se requería para ello un determinado volumen de personal técnico especializado a distintos niveles, equipo para el personal y talleres, y los presupuestos correspondientes.

I.—El Departamento de Higiene Ambiental está organizado, para el cumplimiento de las funciones antes enunciadas, en forma de una Jefatura del Departamento, y cinco Sub-Departamentos entre los cuales se distribuyen las actividades de tipo normativo por materias o especialidades.

a) Jefatura del Departamento. Está a cargo de un Ingeniero Jefe, responsable del cumplimiento de las funciones propias del Departamento; lo representa ante la Dirección General y en el Consejo Técnico del Servicio; asesora al Director General en la discusión de los programas e inversiones de la Dirección de Obras Sanitarias en el Consejo de Planeamiento del Ministerio de Obras Públicas; y coordina las actividades del Departamento con las de los otros Servicios, y con otras reparticiones estatales afines.

La Jefatura tiene un Secretario técnico encargado de los informes mensuales, estadísticas, boletines y biblioteca; tiene además una taquígrafa-dactilógrafa.

b) Sub-departamento de Ingeniería Sanitaria. Comprende 4 Secciones, a saber: una de Agua Potable, Piscinas y Balnearios; otra de Aguas servidas, Excretas y Cursos de aguas; otra de Establecimientos y locales de uso público; y otra de Talleres Sanitarios. Las 2 primeras están a cargo de Ingeniero Jefe del Sub-Departamento y las 2 últimas de un Ingeniero Ayudante.

c) Sub-Departamento de Higiene y Seguridad Industrial y Medicina del Trabajo, a cargo de un Ingeniero Jefe. Comprende 4 Secciones: Higiene Industrial a cargo de un Ingeniero, Seguridad Industrial a cargo de un Ingeniero, Medicina del Trabajo a cargo de un Médico, y Laboratorio con un Químico Jefe y 2 Químicos Ayudantes.

d) Sub-Departamento de Insectos, Ratas y Basuras, con las tres Secciones correspondientes, y a cargo de un Ingeniero Jefe y un Técnico Ayudante.

e) Sub-Departamento de Vivienda, a cargo de un Ingeniero y un Arquitecto, contando además con la asesoría del Departamento de Arquitectura del Servicio Nacional de Salud.

f) Sub-Departamento de Protección y Control de Alimentos, a cargo de un profesional especializado en protección de alimentos, y un ingeniero con experiencia en industrias de alimentos.

Cada Sub-departamento está asesorado por un comité de autoridades en las materias correspondientes, que pertenecen o no al Servicio Nacional de Salud, y que se reune periódicamente.

En total, el Departamento de Higiene Ambiental está constituído por 9 Ingenieros especializados, 6 profesionales especialistas que no son Ingenieros, 2 Técnicos, 3 Dibujantes, y 9 funcionarios de oficina.,

II.—Las Oficinas Zonales tienen una estructura más o menos compleja, de acuerdo con la magnitud de los problemas y la extensión de la Zona.

La Sección Saneamiento en la sede de la Jefatura Zonal, integra la organización central que dirige todas las actividades ejecutivas en su territorio.

A cargo de esa Sección está el Ingeniero Zonal, que tiene la responsabilidad de la organización y dirección de los programas de saneamiento ambiental aprobados para su Zona. Además debe coordinar su Sección de Saneamiento con las demás del Servicio Zonal de Salud, a través del Consejo Técnico que asesora al Jefe de la Zona, y con otras entidades o autoridades locales.

De dicho Ingeniero dependen directamente: El Ingeniero Ayudante o el Constructor Civil Jefe del personal de Inspectores de Saneamiento, a cargo de las funciones de fomento y control; el Constructor Jefe de los Talleres Sanitarios que prestan ayuda técnica y económica a la población; y el Veterinario Jefe a cargo de las funciones de su especialidad; en algunos casos especiales cuenta también con la colaboración de un Arquitecto.

Aparte de la Sección Central están las Oficinas de Saneamiento ubicadas en los diferentes Centros de Salud que existen en cada Zona. Como éstos pueden ser de 2 categorías distintas según su importancia, a cargo de sus correspondientes Oficinas de Saneamiento están el Constructor Civil o el Inspector Jefe, respectivamente, quienes a su vez dirigen el personal subalterno de Inspectores y Auxiliares; éstos se distribuyen de acuerdo con la población, extensión del área e importancia de los programas.

En los Centros de Salud en que se justifique su existencia, se instalan Talleres Sanitarios manejados por Constructores Civiles, y que también son de 2 tipos según el volumen de obras y servicios que ejecuten, dotados del personal, instalaciones, equipo y materiales necesarios, así como del capital inicial de trabajo.

Todo el personal dedicado a labores ejecutivas de Saneamiento a través de todo el territorio nacional, se distribuye geográficamente de acuerdo con factores tales como la ubicación y número de Zonas y Centros de Salud, la densidad de la población, las necesidades de los programas locales, facilidades de transporte, etc.

8) Algunos Programas Especiales.

A fin de dar una impresión más objetiva sobre el tipo de labores especiales que abordó el Departamento de Ingeniería Sanitaria durante el período de evolución a que se refiere el presente trabajo, expondremos en forma breve algunos de los programas que se llevaron a la práctica.

a) Programa anti-rata.

Cumpliendo con lo encomendado específicamente por el Código Sanitario, el Servicio Nacional de Salud ha desarrollado en diversas oportunidades programas locales de desratización, especialmente en los puertos, en que a los perjuicios de orden económico, la existencia de estos roedores involucra una constante amenaza de epidemias. Estos programas se limitaban sin embargo a las fases de envenenamiento y atrape.

La Jefatura Sanitaria Provincial de Valparaíso, a través de su Sección de Ingeniería Sanitaria abordó, en el año 1952 una campaña integral de desratización.

El plan a que se ciñó esta campaña se dividió en tres secciones: Educación Sanitaria y Propaganda; protección de edificios, y atrape y envenenamiento.

En la primera parte se usó de la prensa local, volantes y carteles, y se consiguió lograr un ambiente de interés y deseo de colaboración.

La segunda etapa, de protección de edificios presentaba grandes dificultades debido al carácter de la edificación en la zo-

na del puerto, en general muy antigua y de calidad deficiente.

Se inició esta parte del plan con la formación de un taller destinado a la fabricación y almacenamiento de elementos prefabricados, usados en la protección de edificios. Ante la imposibilidad de tratar individualmente cada edificio, se hizo un tratamiento perimetral por manzanas completas en las que se obstruyó o protegió todos aquellos puntos que sirven a la rata para su tránsito.

Esta labor se hizo primeramente en una faja inmediata a los muelles y paralela a ellos, a manera de cordón de protección para seguir después avanzando hacia los cerros en que se desarrolla la ciudad.

Simultáneamente con la protección de edificios se procedió al atrape y envenenamiento con el objeto de proceder a una eliminación intensa de la rata. Para el objeto se habilitó un taller de venenos, donde se preparan tanto los cebos de uso habitual a base de Warfarin como las trampas y otros implementos.

El rendimiento controlado al empezar la campaña era de 5 a 6 mil ratas mensuales, sin estimar las que no aparecen a la vista.

En cuanto al financiamiento de la campaña, se hace en gran parte a base de aportes de los propietarios favorecidos directamente. En esta forma se obtuvo un porcentaje de recuperación de 65% de los gastos globales de la campaña. El 35% hubo de ser costeado por el Estado.

Una campaña similar se inició en 1953 en el puerto de Coquimbo por la Jefatura Sanitaria provincial, con la colaboración técnica del Departamento de Ingeniería Sanitaria y de personal entrenado en la campaña de Valparaíso.

b) Programa experimental de fluoracion del agua potable.

A mediados del año 1952, considerando la alta prevalencia de caries dentarias en la población del país, la Dirección de la Escuela de Salubridad invitó a un grupo de Ingenieros, Dentistas y Médicos para discutir la posibilidad de iniciar la fluoración de un abasto de agua potable del pais, en carácter experimental.

Los acuerdos adoptados en esta reunión cristalizaron en la adquisición de dos equipos para la aplicación de fluosilicato de sodio, que fué donado por la Fundación Rockefeller y entregado a la Dirección General de Agua Potable a través del Departamento de Ingeniería Sanitaria.

La experiencia se inició en la ciudad de Curicó, correspondiendo al Departamento de Ingeniería Sanitaria la supervigilancia técnica de la instalación y operación del equipo.



Talleres sanitarios en la zona de experimentación. — Prefabricación de elementos para la construcción de viviendas económicas.

Por su parte una comisión integrada por varias entidades especialistas se encargó del fichaje dental preliminar y el control de los resultados, estableciendo la comparación con la ciudad de San Fernando, vecina a Curicó y que consume agua de características químicas similares.

Este programa está en la actualidad en pleno desarrollo.

c) Programa de vivienda rural en Aconcagua.

Este programa se abordó a través de la Unidad Sanitaria Rural de Aconcagua, que ya desde el año 1948 funcionaba con aporte de la Fundación Rockefeller.

Se inició con la elaboración de planes de mejoramiento y construcción de viviendas campesinas en los grandes predios rurales de la zona, contando con todos los elementos materiales y humanos con que se podía contar en dichos predios. Las obras se realizan financiadas por los propietarios con la colaboración técnica y ejecutiva de la Unidad, que para este objeto debió contratar personal adecuado y habilitar para esto el Taller Sanitario existente.

Dicho taller cuenta en la actualidad con maquinarias para la elaboración de made-

ra y fabricación de bloques de concreto y de suelo-cemento.

Ultimamente las actividades se han extendido a la fabricación de mobiliario elemental para las viviendas rurales.

El éxito obtenido en la primera etapa de este programa ha permitido ampliar su radio de acción a la colaboración con pequeños propietarios rurales.

9) La Zona de Demostración.

Al crearse el Servicio Nacional de Salud se pensó que debía existir una zona que, por una parte, permitiera experimentar las distintas normas, reglamentos y métodos de trabajo antes de transformarlos en herramientas rutinarias de labor para todas las zonas del país, y por otra parte, permitiera ver hasta dónde podía llegar el Servicio, al disponer de los medios necesarios, en sus esfuerzos por mejorar la salud de la población.

En lo que se respecta a Higiene del Ambiente, el problema tiene especial importancia debido al cambio gradual del criterio con que se ha ido enfocando la solución de sus problemas. En este aspecto, las funciones de la Zona de Demostración son las siguientes:

a) Programas de Higiene Ambiental en los Centros de Salud.

Los programas que se desarrollan en la zona se caracterizan porque en ellos se hacen los mayores esfuerzos por llegar a resolver los problemas del saneamiento en una escala que pueda llegar a influenciar favorablemente las tasas de morbilidad y mortalidad de las enfermedades infecciosas y parasitarias.

Para este fin se reduce el uso de las atribuciones policiales que tiene el Servicio a un mínimun, se da gran importancia a las actividades de promoción y de educación sanitaria, se crea una Oficina de Ingeniería Sanitaria para proyectar soluciones económicas y técnicas satisfactorias de los problemas de saneamiento y, por último se montan talleres sanita rios con recursos necesarios para poder construir dichas obras y dar facilidades para su cancelación a los particulares favorecidos, en todos aquellos casos que, por diversas circunstancias, (especialmente de índole económica), no exista la posibilidad de que la colectividad pueda ejecutarlas con sus propios medios.

En relación con el taller sanitario es interesante destacar que, por primera vez se consigue dotarlo de la maquinaria y equipo necesario, donado en gran parte por la Fundación Rockefeller, de personal técnico y administrativo suficiente y de un capital de explotación que para el presente año alcanza a $ 20.000.000 y que permite conceder las facilidades de pago a que hemos hecho referencia.

b) Programas de demostración.

Dada la naturaleza especial de los problemas de Higiene Ambiental, la variación considerable de las soluciones técnicas y de sus costos de un país a otro y de una zona a otra dentro de un mismo país, se hace necesario en muchos casos hacer experiencias locales para poder proponer a todo el país la solución más adecuada a cada problema, en forma de normas, reglamentos e instrucciones.

Corresponde a la zona de demostración la responsabilidad ejecutiva de estas experiencias, previamente elaboradas y permanentemente supervigiladas por el Departamento de Higiene Ambiental.

En este momento se están desarrollando ya tres experiencias de este tipo:

1.—Investigaciones sobre abastecimiento de agua potable en zonas rurales.

En la primera etapa de este programa se abordará sistemáticamente el estudio de la obtención de aguas subterráneas, en los diferentes casos que se presentan en la práctica, considerando tanto la profundidad de la napa como la naturaleza del terreno.

En cuanto a los métodos que se experimentarán, serán los siguientes:

a) Excavados con herramientas manuales.

b) Barrenados con taladros rotatorios, ya sea manuales o mecánicos.

c) Hincados por percusión (well-points) o por extracción de material.

d) Hincados mediante agua a presión.

Cada uno de estos sistemas se experimentará en los tipos de terrenos a que se adapte, efectuando varias experiencias en que se considere la homogeneidad del terrenos.

Conjuntamente con esto, se experimentará, diversos tipos de protección sanitaria de los pozos, como también la influencia de focos de contaminación a diversas distancias de los mismos.

Los resultados de estas experiencias, que se espera completar dentro del año en curso, nos permitirán elaborar instrucciones completas no sólo sobre los procedimientos más adecuados a cada caso sino también sobre métodos de trabajo y costos de las instalaciones.

2.—Relleno sanitario de basuras.

A fines de 1953 el Departamento de Higiene Ambiental adquirió, por intermedio de la Fundación Rockefeller, un tractor de oruga International modelo TD-9, con pala de almeja (bull-clam) marca Drott de 1 yarda cúbica, con el objeto de efectuar demostraciones prácticas a las Municipalidades sobre el procedimiento de relleno sanitario, para lograr interesarlas en mejorar los actuales sistemas de eliminación de basuras.

El programa mismo se entregó a la Zona de Demostración vecina a la capital, que cuenta con la asesoría técnica del Departamento para su realización, y actualmente se halla en pleno desarrollo.

Se han elegido sitios adecuados para el objeto, efectuando convenios con sus propietarios. Previo un rápido levantamiento topográfico, se determinan la ubicación y dimensiones de las zanjas o trincheras, así como los puntos en que se puede hacer el relleno por el método de superficies. Se preparan con el equipo los accesos y vías de circulación de los vehículos de transporte y otros detalles para facilitar el objetivo.

Se fija una fecha para invitar a Alcaldes y otras autoridades así como a representantes de la comunidad, y en el sitio elegido, después de una breve explicación del procedimiento a la que puede agregarse la exhibición de una película corta sobre el tema, se realiza una demostración práctica inmediata tanto del relleno de zanjas como de área, destacando en seguida algunos de los resultados y suministrando datos en cuanto al volumen de basuras depositado, rendimiento y costos de operación del sistema, que ya se han obtenido.



Rellenos sanitarios de basuras en la zona de experimentación

Se invita a los asistentes para que vuelvan posteriormente a observar el progreso de la faena, las ventajas sanitarias y económicas del procedimiento, y la transformación del antiguo sitio con sus posibles destinaciones futuras, una vez que el trabajo se ha completado.

El proceso se repite, trasladando la demostración a otro sitio; en ella pueden participar equipos de diferentes marcas, a cargo de las firmas importadoras, sin dar preferencia a ninguna de ellas, de modo que los Municipios puedan comparar sus características y elegir la maquinaria que crean más conveniente.

Este programa requerirá bastante dedicación y constancia, para lograr vencer la indecisión de muchas Municipalidades y Concesionarios que adquieren la basura urbana, y que no desean cambiar los actuales sistemas de basurales abiertos y de recuperación de desperdicios de algún valor.

3.—Auto-construcción de viviendas.

Se pretende resolver el problema de las viviendas a pobladores de escasos recursos sobre la base de que ellos proporcionen su propia mano de obra y que el Servicio les proporcione asesoría técnica en su construcción y les obtenga préstamos y facilidades de pago en la adquisición de los materiales. Se estudiará hasta qué punto este sistema puede ser una contribución importante a la solución del problema habitacional.

c) Demostraciones de terreno a los alumnos de la Escuela de Salubridad.

Se aprovecharán todos los elementos de trabajo de la zona para que distintos tipos de alumnos de la Escuela de Salubridad (ingenieros, médicos, inspectores de saneamiento) puedan ver la aplicación en el terreno de los conceptos que se les enseñan en la Escuela.

Se contempla inclusive la posibilidad de que los alumnos individualmente o por grupos, participen en las actividades rutinarias de la zona, tales como encuestas, programas de divulgación sanitaria, etc.

Santiago, Junio de 1954

Fluoración del Agua Potable



RAMON DEL VALLE REYES. *Ingeniero Jefe del Departamento de Explotación de la Dirección de Obras Sanitarias, Profesor de Ingeniería Sanitaria de la Escuela de Ingenieros de la U. de Chile y Profesor de Hidráulica Urbana de la Universidad Católica de Chile*

Este trabajo tiene por objeto ilustrar a nuestros ingenieros sobre el problema de la fluoración del agua potable destinada a prevenir las caries dentarias.

Reseña Histórica.

El conocimiento de las propiedades del fluor como preventivo de las caries dentarias data del siglo pasado. En efecto, ya en 1874, Erhard en Alemania recomendaba la ingestión de pastillas de fluoruro de potasio para prevenir las caries en los niños y en las mujeres embarazadas. En 1892, Crishton y Browne supusieron que el alto porcentaje de caries que existían en Inglaterra se debían a la escasa cantidad de fluor que contenían sus aguas potables. En 1899, Scheffer aseguró que los dientes sin caries contenían más fluor que los cariados.

En este siglo, han sido muchos los trabajos y las observaciones que se han hecho sobre la influencia del fluor que puede contener el agua en la conservación de la dentadura que demuestran que tanto el exceso como el defecto de fluor produce alteraciones patológicas. Mac Kay en 1925 demostró que un exceso de fluor en el agua produce manchas en el esmalte del diente o diente veteado, que las manchas se producen durante la calcificación y que ellas son de carácter permanente e irreparables, mientras que la carencia del mismo elemento aumenta el número y la profundidad de las caries dentarias.

En 1938, Dean en EE. UU. dió a conocer que en 650 zonas de ese país, donde la fluorósis era endémica ella se debía a que sus habitantes, más de 3½ millones de personas, consumían aguas con 3 a 5 p. p. m. de fluor.

Argentina, Africa del Norte, Japón, India, Canadá, Italia, México e Islas Azores tienen también zonas afectadas por fluorósis por esta misma causa.

El primer trabajo epidemiológico sobre la influencia de contenido de fluor en el agua potable fué efectuada entre 1937 y 1939 por Dean y Jay en dos ciudades norteamericanas de Illinois. En una de ellas, Galesburgh la concentración de fluor en el agua era de 1,7 a 1,8 p. p. m. y en la segunda, Quincey la concentración era sólo de 0,1 a 0,2 p. p. m. En Galesburgh se observó una incidencia de 201 a 205 caries por cada 100 niños entre doce y catorce años, en cambio en Quincey esta incidencia era de 2,6 veces mayor. Se comprobó además que la dosis preventiva de fluor en el agua era de 1,5 p. p. m. sin que ella alcance a producir la fluorosis.

En 1939, Cox propuso la fluoración artificial del agua potable. En 1945, Ast y Flinn desarrollaron el primer proyecto en este sentido en la ciudad de Newburg, utilizando la ciudad de Kingston como población control, pudiéndose informar que después de 3 años de experiencias se obtuvo una disminución de 30% en las caries dentarias.

En 1944, Mac-Clure recopiló datos de varias ciudades norteamericanas en las que se estaba fluorando el agua y llegó a la conclusión de el fluor agregado al agua en forma artificial tiene la misma acción que el que éstas contienen en forma natural.

En 1945 se hicieron nuevos experimen-

tos en otras ciudades, como Nueva York, Grand Rapids, Michigán en Estados Unidos, y Brantford y Ontario en el Canadá. Para cada una de estas ciudades experimentadas se eligió otra ciudad adyacente de control de las mismas condiciones económicas, población, industrialización, clima y principalmente de semejante servicio de agua potable.

En los abastos de agua de las ciudades experimentales se introdujo fluor en forma de fluoruro de sodio en dosis aproximadas de 1.2 p. p. m. de fluor. En las ciudades de control que carecían de fluor en sus aguas no se introdujo fluor en sus sistemas de agua potable. Para la estadística y control se establecieron clínicas dentales y se empezaron a hacer exámenes frecuentes en las dentadura de la población infantil, bajo la estricta vigilancia de técnicos competentes. Además se hicieron a los niños, exámenes médicos generales para determinar si la ingestión de fluor les producía algún cambio o efecto en su organismo. Los resultados obtenidos comprobaron sin lugar a dudas la opinión de los primeros investigadores sobre la capacidad del fluor de reducir las caries en dos terceras partes sin acusar con la dosis experimentada manchas en los dientes y que esta protección se obtiene solamente cuando se toma agua con fluor durante el período de formación del diente, que se extiende desde el nacimiento del niño hasta los 8 años y que esta protección así obtenida parece que dura toda la vida.

Uno de los primeros investigadores que se preocupó de la acción del fluor comprobó que en los pacientes de una ciudad que no contenía fluor natural en su agua, había perdido 11,8 dientes mientras que en otra ciudad similar, pero con agua con fluor natural de 2,5 p. p. m., la tercera parte de los adultos con más de 40 años habían perdido sólo un diente.

Posteriormente, otros investigadores llegaron al mismo resultado concordante de que el fluor es un poderoso agente anticaries y que las dosis óptimas para prevenir las caries y evitar al mismo tiempo la producción de flurósis, se encuentra entre 1 y 1,5 p. p. m. de fluor en regiones frías y de 0,7 en regiones en que la temperatura media está por encima de los 20° C.

También se ha comprobado que con mayores concentraciones de fluor la reducción de caries se mantiene estable.

Con estas dosis de hasta 1,5 p. p. m. de fluor no se producen daños domésticos ni industriales, además no hay posibilidad de envenenamientos agudos por el fluor ingerido en el agua potable. La dosis letal es de 4 grs. (Roholn). Vómitos y salivación exagerada pueden ser causadas por 0,25 grs. de fluor, lo que representaría la ingestión de ¼ litro de agua florada en una concentración 450 veces superior a la normal de 1,5 p. p. m. o sea de 1,5 miligramos por litro.

La hipótesis más moderna, sobre el mecanismo por el cual el fluor aumenta la resistencia de los dientes a las caries supone una acción química entre la dentina-esmalte dentario y el ion fluor con formación de un compuesto (fluorfosfato de calcio) muy resístente a la acción de los ácidos de la cavidad bucal.

En consecuencia, el efecto preventivo del fluor, se produce cuando la dentina y esmalte de la dentadura se está formando, es decir, desde el nacimiento del niño hasta los doce años, sin embargo se ha demostrado como hemos dicho que este aumento de la resistencia del diente a las caries se extiende en el adulto hasta los 45 años.

Las estadísticas más modernas demuestran que la fluoración (profilaxis) de las aguas potables que no contenían fluor natural, produce una reducción de 60 a 65% en las caries dentarias y que el tratamiento médico individual de la dentadura (terapéutica) con tocaciones de soluciones de fluor (al 2%, cuatro aplicaciones por año con intervalos de 7 días a las edades de 3, 7, 10 y 13 años) sólo las reduce en un 40%.

Si la concentración natural de fluor en el agua se aproxima al nivel óptimo de 1 p. p. m., la reducciónde caries que se obtiene con la fluoración artificial, es tanto menor cuanto mayor es la concentración inicial del fluor.

La floración del agua no excluye otros métodos de control de las caries. La prevalencia de ellas depende también de factores genéticos, climatéricos, bacteriológicos, higiénicos y principalmente económicos y nutritivos de la población en cuestión.

FORMAS DE REALIZAR LA FLUORACION DEL AGUA

Como hemos visto, las dosis normales y más convenientes para fluorar el agua de-

ben ser tales que éstas pasen a contener entre 1 a 1,5 p. p. m. de fluor, sin embargo se ha sugerido que la dosis de fluor debe determinarse sobre la base de la temperatura media del lugar, así por ejemplo cuando la temperatura media del lugar es mayor que 15° C., la concentración de fluor debe ser ligeramente inferior a 1 p. p. m. Influye también en la dosis efectiva la humedad relativa del aire.

El fluor no le da sabor, olor ni color al agua, de modo que el consumidor no notaría una sobre dosis que puede resultar tóxica (250 p. p. m.), en consecuencia hay que cuidar mucho la dosificación de él.

Reactivos:

Originalmente se usó exclusivamente el fluoruro de sodio para la fluoración del agua, sin embargo hoy día se estima que la acción del ion fluor, una vez introducido en el agua es independiente de la forma química en que se use. En los últimos años se ha estado usando cada vez más el fluor-silicato de sodio debido a su costo más bajo y mayor ley de fluor. También se usa el ácido hidrofluor silícico.

En el cuadro siguiente se dan algunas características químicas de estos reactivos:

Compuesto Químico	FNa Fluoruro de sodio	Si F6 Na.2 Fluor-silicato de sodio	F6 H2 Si ácido hidro-fluor silicico
Peso molecular	42	188	144
Solubilidad	4 % (15° C)	0.4 %	—
Estado físico	polvo	polvo	líquido
Pureza en %	95 98	98,5	30
% de fluor	43 - 45	60	23,75
Peso	1040 - 1440 Kg./m. 3	1152 Kg/m3	1.27 Kg/litro
Kg./p.p.m	2,3	1,6	3,9
Costo del Kg. en U. S.	$ 0,24	$ 0,15	$ 0,66

En un principio, se usó el fluoruro de sodio en la fluoración del agua en vista del carácter inocuo del sodio que entra en su constitución, pero el punto de vista económico ha generalizado en la actualidad el uso del fluor-silicato de sodio.

A los investigadores no sólo les ha preocupado el punto de vista económico sino los efectos fisiológicos que podría producir en el organismo humano el empleo de una u otra de estas sustancias.

En general, se puede decir que los efectos que una sal produce en el organismo depende de la facilidad con que ella es absorbida por el intestino humano, fenómeno que es una función directa de la solubilidad de ésta, especialmente cuando se ingieren cantidades relativamente grandes de ella. Sin embargo, si las cantidades de sales ingeridas son muy pequeñas, los efectos producidos por las diferencias de solubilidad tienden a desaparecer. Es lo que pasa cuando se comparan los efectos del fluoruro de sodio con los del fluor-silicato de sodio, cuando la concentración de ellos en el agua no pasa de 1 p. p. m. de fluor. No obstante, la enorme diferencia de solubilidad de estos dos compuestos (4% contra 0,4%), al ser ingeridos en soluciones tan diluídas los efectos fisiológicos son sensiblemente semejantes.

De la experiencia norteamericana sobre la materia se puede concluir que, en general en las plantas de tamaño mediano o grande debe emplearse el fluor-silicato de sodio, en las plantas más reducidas puede emplearse el fluoruro de sodio y en las plantas muy chicas por ser un líquido de fácil aplicación puede emplearse el ácido hidro-fluor-silícico.

Dosificadores de fluor.

Previamente debemos dejar constancia de que el agua no tiene demanda de fluor como sucede con el cloro. La cantidad de fluor que se aplica se mantiene estable en la red a través del tiempo de modo que no hay que ajustarla de acuerdo con las características del agua ni con el tiempo

transcurrido. Sin embargo, hay que dejar constancia que cuando se aplica el fluor antes de los coagulantes hay una pérdida de 0,1 a 0,2 p. p. m., igualmente en aguas muy duras dentro de los dosificadores de solución el fluor reacciona con el calcio o el magnesio formando un precipitado insoluble de fluoruro de calcio o magnesio que provca la formación de escamas en las cañerías de alimentación de estos dosificadores, esto se evita añadiendo de 5 a 10 p. p. m. de Calgen o Micromet en el agua de disolución del dosificador solamente. No es necesario este tratamiento en el caudal principal.

Los equipos para fluorar el agua son en todo semejantes a los usados para el tratamiento del agua con otras sustancias químicas como cal, hipoclorito de calcio, hipoclorito de sodio, etc.

En general, se pueden distinguir dos sistemas:

Dosificadores de solución, que entregan un determinado volumen de solución durante cierto tiempo y **dosificadores en seco**, que entregan una cantidad fija de sales durante un intervalo también fijo.

La elección del dispositivo depende del compuesto utilizado, de la cantidad que se debe agregar y del gasto que escurre del punto de aplicación. La cantidad de reactivo depende del volumen del agua consumida por la población y de la dosis en p. p. m. que se desea aplicar de acuerdo con el contenido de fluor natural del agua por tratar.

Existen dos tipos de dosificadores en seco: dosificadores volumétricos, que entregan un volumen determinado de sustancias sólidas y dosificadores gravi-métricos que entregan un peso determinado, en ambos casos en un tiempo también determinado.

Punto de aplicación.

Como hemos visto los coagulantes consumen fluor. En consecuencia, debe mantenerse un cierto orden de precedencia en el tratamiento del agua para evitar la neutralización de los fluoruros u otros compuestos.

Los tratamientos que poseen una tendencia a eliminar el fluor son el ablandamiento con cal, en presencia de magnesio, la coagulación mediante alúmina o aluminato de sodio y el carbón activado con p.H bajo. Por esta razón es recomendable agregar el fluor después de la filtración rápida si hay decantación con coagulante, pudiendo agregarse antes de la filtración si la decantación con coagulante es prolongada y eficiente y los filtros retienen muy poca materia. También se puede agregar el fluor en la aducción antes del estanque de regulación o de reserva, como tratamiento final.

El fluor no interfiere con la cloración en las dosis usadas, sin embargo es recomendable fluorar primero y clorar después.

Durante la operación de carga de los aparatos fluoradores, los operarios deben usar caretas de aspirador (máscaras) y guantes de goma porque el polvo de fluor es muy tóxico, más aún se debe usar en el recinto como precaución adicional un extractor de polvo.

Si el gasto es constante o ajustable a mano se pueden usar dosificadores regulables a mano, pero si el gasto es variable deben usarse dosificadores automáticos para mantener constante la dosis de fluor.

El control de la concentración de fluor en el agua es sencillo, se basa en procedimientos colorimétricos (aquatexter Hellige) muy semejante a la medida del exceso del cloro, sólo que debe dejarse pasar una hora después de añadir el reactivo y antes de hacer la comparación de los colores.

LA FLUORACION EN CHILE

Los Laboratorios de la Dirección de Obras Sanitarias iniciaron en 1937 las determinaciones rutinarias del contenido natural del fluor en las aguas potables de los diferentes Servicios del país.

A continuación se indica una lista, ordenada de Norte a Sur, de los Servicios de Agua Potable del país, con el contenido natural de fluor.

FLUOR CONTENIDO EN LAS AGUAS POTABLES DE LOS SERVICIOS

SERVICIO	Fluor ppm.
Arica	0.30
Pisagua	0.75
Huara	0.25
Pozo Almonte	0.35
Iquique Chintaguay	0.30
Tocopilla	0.30

Tarapacá W. W.	0.90
Pica	0.20
Antofagasta	0.20
Taltal	0.50
Copiapó Nantoco	0.50
Vallenar	0.40
Inca de Oro	0.80
Chañaral	0.60
La Serena	0.70
Coquimbo	0.60
Vicuña	0.60
Tongoy	0.20
Ovalle	0.20
Los Vilos	0.25
Salamanca	0.10
Combarbalá	0.15
Illapel	0.20
San Felipe	0.20
Los Andes Riecillos	0.05
Petorca	0.05
Chincolco	0.0
La Ligua	0.05
Cabildo	0.0
Putaendo	0.10
Papudo	0.20
Quillota (La Cruz)	0.05
La Calera	0.05
Quintero	0.0
Llay-Llay	0.05
El Salto (Valparaíso)	0.15
Peñuelas (Valparaíso)	0.0
Concón	0.10
Casablanca	0.25
Quilpué	0.10
Villa Alemana	0.15
Limache	0.20
Colina	0.20
Esmeralda	0.10
Curacaví	0.20
San José de Maipo	0.0
Lo Barnechea	0.20
Santiago	0.10
El Canelo	0.05
San Antonio (Río Maipo)	0.15
Melipilla	0.10
Cartagena	0.30
El Tabo	0.05
Las Cruces	0.15
Llo-Lleo	0.05
Rancagua (Río Cachapoal)	0.10
Rengo	0.0
Malloa	0.0
Graneros	0.0
Peumo	0.05
Sn. Vicente T. T.	0.10
Requínoa	0.0
(Curicó (Fluoración)	1.0

(San Fernando (Control)	0.05
Teno	0.05
Pichilemu	0.05
Santa Cruz	0.0
Chépica	0.15
Talca	0.0
San Clemente	0.0
Curepto	0.10
Putú	0.10
Molina	0.0
Constitución	0.0
Linares	0.0
San Javier	0.0
Villa Alegre	0.05
Cauquenes	0.0
Curanipe	0.05
Parral	0.0
Chanco	0.10
Peumo	0.0
Chillán	0.05
Quirihue	0.05
Ninhue	0.05
Cobquecura	0.10
San Carlos	0.0
Bulnes	0.0
Yungay	0.0
Talcahuano	0.0
Coelemu	0.0
Tomé (Dichato)	0.05
Penco	0.20
Concepción (Nonguen)	0.0
Concepción Mochita	0.0
Chiguayante	0.0
La Florida	0.10
Hualqui	0.10
San Rosendo	0.10
Yumbel	0.10
Lota Bajo	0.05
Contulmo	0.10
Coronel	0.05
Arauco	0.05
Lebu (Huallaco)	0.0
Cañete	0.05
Carampangue	0.05
Curanilahue	0.0
Lota Alto	0.05
Los Angeles	0.0
Mulchén	0.0
Nacimiento	0.0
Sta. Bárbara	0.0
Angol	0.0
Los Sauces	0.0
Curacautín	0.05
Collipulli	0.0
Traiguén	0.0
Victoria	0.0
Temuco Chivilcán	0.0

Temuco Canal Gibbs	0.0
Lautaro	0.0
Nueva Imperial	0.10
Galvarino	0.05
Puerto Saavedra	0.10
Pitrufquén	0.10
Carahue	0.15
Loncoche	0.0
Valdivia	0.0
Corral	0.0
Pucón	0.05
Villarrica	0.05
Río Bueno	0.05
Río Rahue (Osorno)	0.10
La Unión	0.0
Paillaco	0.0
Río Negro	0.0
Puerto Montt	0.0
Porvenir	0.25
Puerto Saavedra	0.15
Ancud	0.0
Castro	0.10
Achao	0.0
Coyhaique	0.05
Chonchi	0.0
Puerto Aysén	0.0

En 1939 el dentista y Jefe de los Laboratorios de la Dirección de Obras Sanitarias señor Otte publicó el primer catastro del contenido de fluor de las aguas potables del país y posteriormente se preocupó de difundir las ideas sobre la infuencia del fluor en las caries dentarias.

En Marzo de 1948 en el Congreso de Química celebrado en Santiago se presentó un Informe sobre la conveniencia de agregar fluor en el Servicio de Agua Potable de Curicó con el fin de estudiar experimentalmente en el país la reducción de la incidencia de las caries dentarias.

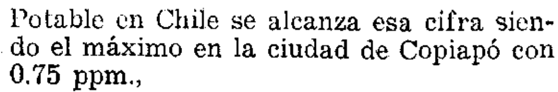
En Abril de ese mismo año en el Primer Congreso de Ingeniería Sanitaria celebrado también en Santiago de Chile se aprobó la siguiente ponencia:

Considerando que:

1.º Nadie discute en la actualidad el hecho comprobado de que existe íntima correlación entre una disminución en la incidencia de la carie dentaria y la cantidad de fluoruros ingeridos que se encuentran en las aguas potables,

2.º Que la cantidad de fluor permitida en el agua potable conforme a las normas en uso es de 1.5 ppm. (1.5 milígramos por litro).

3.º que en ningún Servicio de Agua


Potable en Chile se alcanza esa cifra siendo el máximo en la ciudad de Copiapó con 0.75 ppm.,

4.º que una reducción de la carie dentaria entre el 40 al 50%, es lo que se puede conseguir agregando fluor al agua,

5.º que experiencias similares se practican en los Estados Unidos de Norteamérica en gran escala desde el año 1943.

El primer Congreso de Ingeniería acuerda:

"Recomendar a los Organismos Técnicos de la República de Chile y a los demás países americanos que se interesen, que experimenten la agregación del fluoruro de sodio al agua potable con el propósito de reducir la incidencia de las caries dentarias".

En 1951 los dentistas Carmona y Muñoz Inza reiteraron en la Sociedad Odontológica de Chile la recomendación de los Ingenieros Sanitarios de iniciar la fluoración de las aguas potables del país.

La Escuela de Salubridad dió el primer paso a la posibilidad de iniciar la fluoración en los servicios de agua potable al invitar el 11 de Julio de 1952 a un grupo de ingenieros dentistas y médicos para discutir la posibilidad de fluorar el agua potable de algún Servicio del país.

En esta reunión estuvieron representados diversos Departamentos del Servicio Nacional de Salud, la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Chile, la Fundación Rockefeller, el Colegio de Dentistas, la Escuela de Salubridad y la Dirección de Obras Sanitarias.

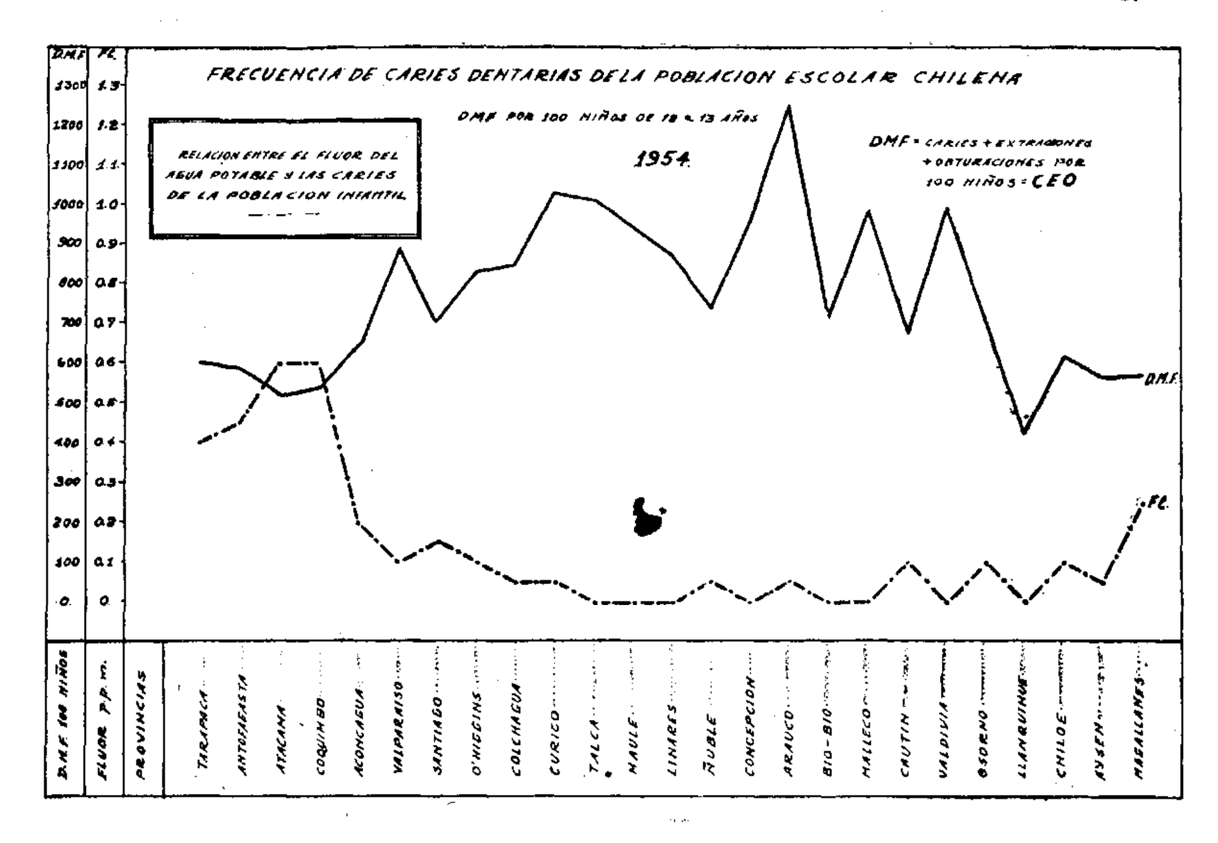
Los asistentes después de discutir ampliamente el problema se manifestaron unánimemente partidarios de iniciar estas experiencias para cuyo objeto se constituyó un Comité permanente con el fin de estudiar las posibilidades de iniciar la fluoración de un abasto de agua potable del país con el ánimo de:

1) Obtener experiencia.

2) Comparar el efecto de la fluoración del agua potable en la salud dental de la población y comparar sus resultados con los obtenidos por los norteamericanos, y

3) Ofrecer el resultado favorable que se alcanzaría con esta experiencia, como una demostración para un futuro plan más extenso que abarque todo el país.

Con la experiencia obtenida por los norteamericanos y los estudios preliminares que cada uno de estos grupos profesiona-



les había avanzado al respecto se acordó emprender un programa local de fluoración. Se hizo presente que los estudios de varios años anteriores de la Dirección de Obras Sanitarias, demostraban que el agua potable chilena tiene progresivamente menos fluor a medida que se viene de Norte a Sur del país, existiendo al mismo tiempo una correlación inversa en la prevalencia de las caries dentarias, denunciadas por los dentistas.

Se aceptó la designación de la ciudad de Curicó (26.773 habitantes) para hacer la experimentación porque ofrecía las siguientes ventajas: Es vecina y bien comunicada con Santiago, tiene agua potable de buena calidad y casi desprovista de fluor y está muy cerca de la ciudad de San Fernando (17.598 habitantes) cuyas condiciones generales permiten suponer que su población es similar a la de Curicó y por lo tanto, utilizable como ciudad control ya que su sistema de abastecimiento de agua potable en calidad y tipo es también semejante al de Curicó.

La Fundación Rockefeller hizo posible la importación de equipos fluoradores y de investigación de fluor (aquatexter), aparte del reactivo (fluorsilicato de sodio) y de otros materiales con lo cual se inició la fluoración del agua potable del Servicio de Curicó el 1.º de Setiembre de 1953.

Mientras la Dirección de Obras Sanitarias y el Servicio Nacional de Salud convinieron los procedimientos que deberán seguir para asegurar la disponibilidad permanente de materiales, equipos y de personal idóneo para mantener una supervigilancia técnica y administrativa constante, los dentistas y el personal de la Escuela de Salubridad, tomaron a su cargo la conducción de la encuesta dental correspondiente.

Esta encuesta que se realizó entre Julio y Agosto de 1953 se circunscribió a las edades sensibles al efecto del fluor ya sea de la dentadura temporal como de la permanente, para esto se eligieron los siguientes grupos:

Grupo 1: niños de 3 años.
Grupo 2: niños de 4 años.
Grupo 3: niños de 5 años.
Grupo 4: niños de 8 años.
Grupo 5: niños de 12 años.

En los grupos 1, 2 y 3 se examinó toda la dentadura temporal y en los 4 y 5 toda la permanente.

Para asegurar la cooperación activa e inteligente de la comunidad se estimuló el apoyo de los mismos niños y sus familiares, para este objeto se destacó un funcionario en ambas ciudades del Servicio Nacional de Salud quien dió conferencias y proyecciones, distribuyó volantes e informó a la prensa local. Como la Jefatura Sanitaria estaba próxima a realizar vacunación mixta contra la difteria y tos convulsiva se combinaron aquellos programas, gracias a ello y a la cooperación delprofesorado a quien se suministró información adecuada fué posible realizar la encuesta previa de la población escolar y preescolar y preparar un sistema de citaciones. Los Intendentes accedieron a preferir en el reparto de juguetes de la próxima Navidad a los preescolares que concurrieran al examen dental, lo que resultó muy ventajoso.

EXAMEN DENTAL

Preparadas así las cosas, el Departamento Odontológico envió su equipo mó vil compuesto de 4 dentistas, dos auxiliares y cuatro sillones dentales.

El examen se hizo con criterio uniforme, previamente establecido usando la luz solar y examen visual.

El análisis de los datos obtenidos debidamente controlado se indica en las tablas siguientes:

TABLA No. 1

No. y porcentaje de los examinados que usufructúan de la red de agua potable de sus domicilios. - San Fernando y Curicó, 1953

CIUDAD	No. de examinados	Usufructúa de agua potable No.	%
San Fernando	748	655	87,4
Curicó	1.279	1.172	92,7

TABLA No. 2

No. de dientes con caries y número de caries por cada 100 niños según grupo de edad. - San Fernando y Curicó, 1953

Edad en años	SAN FERNANDO		CURICO	
	No. de dientes con caries	No. de caries por 100 niños	No. de dientes con caries	No. de caries por 100 niños
3	515	565	534	596
4	584	712	724	869
5	791	925	854	1.015
8	317	458	369	505
12	673	846	789	1.030

En ambas ciudades hay, aproximadamente, 1,2 caries por diente enfermo a los 5 y 12 años de edad, en la dentadura decidual y definitiva, respectivamente.

TABLA No. 3

No. de dientes cariados, por 100 niños, según edad y sexo San Fernando y Curicó, 1953

CIUDAD	5 años		8 años		12 años	
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres
Curicó	873	826	346	346	737	812
San Fernando	817	763	317	317	588	617

Las tasas brutas de dientes cariados, en los 748 niños examinados en San Fernando, y en los 1.279 niños de Curicó, resultaron ser 5,7 tanto en una como en la otra ciudad. O sea, 570 dientes cariados por cada 100 niños.

Ambas poblaciones presentan, pues, similitud suficiente como para servir de testigo en esta experiencia.

Existe el propósito de repetir los exámenes dentales de los mismos grupos de edad en Curicó y San Fernando, en 3 años más, o sea en 1956 para medir por primera vez el estado de la salud dental de un grupo de niños hasta de 3 años de edad expuestos durante toda su vida a la acción del fluor en la ciudad de Curicó.

FLUORACION DEL AGUA

La Dirección de Obras Sanitarias recibió de la Fundación Rockefeller por intermedio del Servicio Nacional de Salud, con fecha 18 de Marzo de 1953, 2 fluoradores completos tipo NA. marca Wallace and Tiernan con todos sus accesorios y folletos explicativos, tres Aqua-Texter para el control químico diario de la Planta, red y en el Laboratorio Central de las dosis de fluor agregadas con sus correspondientes reactivos e instrucciones detalladas sobre su uso y manejo. Se recibió además 23 barricas de fluorsilicato de sodio con 350 libras neta cada una, o sea con un total de 3.703 Kgs. con 98% de pureza y 60% de contenido de fluor que se estima el consumo de un año de la ciudad de Curicó.

Entre los accesorios se incluyen las adecuadas defensas para el operario que hará la carga del fluorsilicato de sodio en el aparato fluorador y que son: máscaras y guantes de goma.

Se envió a Curicó uno de estos fluoradores completo para su instalación. Después de previas visitas de estudio de elección del sitio adecuado se inició su colocación y montaje para lo cual se construyó una casucha sobre la cámara de válvulas del estanque.

En punto de aplicación para el agregado del reactivo se eligió entre la cloración y el estanque a unos veinte metros antes de llegar a los estanques y aguas arriba de una serie de curvas para obtener una buena mezcla. No se presentaron dificultades de orden técnico obteniéndose un funcionamiento uniforme y una espléndida dosificación muy flexible y fácil de regular.

Para obtener una mejor experiencia del aparato mismo se armó en Santiago en los Talleres de la oficina el segundo fluorador que sirvió de escuela para preparar el personal que deberá instalarlo y calcular además las capacidades máximas y mínimas de él, estableciéndose que este aparato está capacitado para trabajar en Servicios que tengan un consumo diario entre 1.000 y 144.000 m3. Se confeccionó un modelo de cuadro de control diario de fluorsilicato de sodio del alimentador de la sal sobre la base de agregar 1 p. p. m. para variaciones del consumo entre 1.000 y 6.000 m3. diarios estableciéndose el gasto en 24 horas y en un 1 minuto. Se preparó también un cuadro para determinar la curva de alimentación para darle la adecuada abertura al alimentador de la sal de fluor con la velocidad más baja del sistema de engranajes que mueve el motor eléctrico que hace funcionar el aparato.

La Dirección vigiló la instalación, funcionamiento y control de laboratorio y delegó en el Ingeniero Administrador provincial, la responsabilidad del tratamiento.

El Químico Jefe del Laboratorio Central intruyó al personal local en la determinación del contenido de fluor en el agua con el aparato Hellige aqua-tester.

El 24 de Julio comenzó a funcionar el aparato por algunos días para comprobar su rendimiento mecánico y para hacer determinaciones de la concentración de fluor en la red de distribución, después de estas pruebas se interrumpió la operación hasta terminar el examen dental de la población seleccionada.

Se inició la fluoración permanente el 1.° de Setiembre de 1953.

La red se dividió en 6 sectores para el control, se toman muestras en cada uno de ellos diariamente y se envían contramuestras al Laboratorio Central para control.

En el cuadro que se indica a continuación se dan los valores medios mensuales de estas determinaciones:

Mes	Agua tratada m3/día	Reactivo agregado 60%/F1	ppm. Fluor medido en Sectores red					
			N.º 1	N.º 2	N.º 3	N.º 4	N.º 5	N.º 6
1953								
Septbre.	5.184 m3.	1,6 ppm.	1,1	1,0	1,0	0,9	0,9	0,9
Octubre	5.184 ,,	1,7 ,,	1,2	1,0	1,0	0,9	0,9	0,9
Novbre.	5.333 ,,	1,7 ,,	1,1	0,9	1,0	0,9	0,9	0,9
Dicbre.	5.694 ,,	1,7 ,,	1,1	0,9	1,0	0,9	0,9	0,9
1954								
Enero	5.734 ,,	1,7 ,,	1,2	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Febrero	5.902 ,,	1,7 ,,	1,2	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Marzo	5.758 ,,	1,6 ,,	0,8	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8
Abril	5.442 ,,	1,7 ,,	0,9	1,0	0,9	1,0	0,9	0,9

Para llevar a la práctica este tratamiento no se ha requerido personal especial. El guarda estanque controla el funcionamiento del fluorador. El Conductor de Obras de Curicó o su reemplazante hace las medidas en la oficina del fluor de las muestras tomadas en la red en los diferentes sectores. El Ingeniero Administrador del Servicio tiene la Supervigilancia del tratamiento y el personal del Laboratorio Central controla periódicamente en el terreno los datos que toma el personal del Servicio de Curicó sin perjuicio de las determinaciones en las contra muestras que se envían desde Curicó a Santiago.

Costos:

Para estos cálculos hemos considerado los siguientes datos:

1) Población servida: 24.600 h. (92,7% del total).
2) Consumo de agua potable anual: 1.900.000 m3.
3) $ 25 el costo Kg. de sal (fluor-silicato de sodio).

A.—CAPITAL INVERTIDO

Costo del aparato fluorador	$ 150.000
Otros gastos de instalación ..	50.000
Suma	$ 200.000

De acuerdo con las disposiciones legales y reglamentarias vigentes se debe cubrir el 5% de intereses y el 2% de amortización, o sea $ 14.000 anuales.

B.—CANTIDAD DE SAL.

Para una dosificación de 1 ppm. de fluor se debe agregar 1,7 p. p. m. de sal. Luego el consumo anual de ella será:

$$\frac{1{,}7 \times 1{,}900.000}{1.000} = 3.230 \text{ Kgs. que a}$$

$ 25 el kg. significa: $ 80.750 anuales.

C.—PERSONAL:

Intervienen en el proceso el Guarda-Estanque, el Conductor de Obras, el Ingeniero Administrador y la Supervigilancia del Laboratorio Central.

Los dos primeros la estimamos en un 10% del jornal de ellos, la del Ingeniero Administrador en 2%, y la última igual en valor a la del Ingeniero, o sea:

Guarda-Estanque	$ 12.000.—anuales
Conductor de Obras	30.000.—anuales
Ingeniero Admor.	10.000.—anuales
Supervigilancia Laboratorio	10.000.—anuales
Suma	62.000.—anuales

D.—VARIOS.

En esta Partida debemos considerar el gasto de reactivos para los análisis que se hacen en los seis sectores con el aguatexter. El consumo de energía eléctrica del motorcito del fluorador y alumbrado, gastos de movilización y demás gastos que origina la operación.

Análisis	$ 22.000.—anuales
Energía eléctrica 1.750 Kwh.	8.750.—anuales
Varios	9.250.—anuales
Suma	$ 40.000.—anuales

En consecuencia los costos totales de la fluoración por m3 y por habitante serían:

ITEM	anuales	(1.900.000 m3) por m3.	(24.600 h) por habitante
Intereses y amortización...	$ 14.000	$ 0.0074/m3.	$ 0.57/h.
Fluor-silicato de sodio......	80.750	0.0425/ ,,	3.28/,,
Personal	62.000	0.0327/ ,,	2.52/,,
Varios	40.000	0.0210/ ,,	1.63/,,
COSTO TOTAL	$ 196.750	$ 0.1036/m3.	$ 8.00/h.

En consecuencia, la fluoración significa un gasto anual por habitante de $ 8 y recarga el costo de producción del m3. en 10,3 centavos. Ahora bien, considerando que sólo el 50% del agua entregada por las fuentes se paga (consumo de pago), la fluoración significa un recargo de la tarifa de sólo $ 0.20 por m3. (28% pérdidas en la red, 11% consumo público y 11% consumo gratuito por ser fiscal, municipal o de beneficencia).

Como el costo medio del agua en el país es de $ 4.40 el m3., este recargo es de sólo 4,6%.

Santiago, Abril de 1954

Redes económicas de cañerías de agua potable



*Ing. **Enrique Munizaga Díaz**, Ingeniero del Departamento de Estudios, Dirección de Obras Sanitarias; Presidente del anexo Obras Sanitarias de la Asociación de Ingenieros de Chile*

El tema fué desarrollado en la Revista Chilena de Ingeniería hace unos diez años (1) y fué objeto de algunas polémicas particulares entre ingenieros del ex Departamento de Hidráulica. El sistema de cálculo que se ofreció en aquella oportunidad ha sido aplicado a algunos casos prácticos y deseamos suponer que no se ha extendido más su uso por falta de elementos auxiliares. como tablas, abacos, etc., algunos de los cuales se ofrecen en este trabajo.

Deseamos, además, subrayar algunas conclusiones y agregar lucubraciones posteriores que estimamos de interés, alrededor del mismo tema.

Empezamos por un breve resumen del desarrollo teórico del problema.

Antecedentes teóricos.—Las fórmulas en uso para el cálculo de cañerías se pueden reducir a la expresión:

$$H = r\, q^{n}$$

en la cual H = pérdida de carga
r = resistencia
q = gasto
n = característica del material de la cañería.

En nuestro país se usa, para cañerías de cemento asbesto la fórmula de Ludin. Para cañerías metálicas se usa Scobey, Williams & Hazen y otras (Comparadas éstas con las fórmulas más modernas se obtiene similitud de resultados usando Ludin o las modernas de von Karman-Prandtl o la de Blasius, todas estas últimas para cañerías lisas, lo cual es bastante explicable. Con cañerías metálicas la elección de fórmula y el margen de validez de ellas es asunto más discutible).

(1) Revista Chilena de Ingeniería N.º 11 Ing. E. Munizaga. Ing. I. Grekin.

Se relaciona, además, el diámetro "d" con la resistencia unitaria que llamaremos ρ mediante dos constantes generales "B" y "b":

$$\rho = \frac{B}{d^{b}}$$

En cuanto a costo diremos, resumiendo, que, eliminando ítems constantes se relacionan costos unitarios "c" y diámetros mediante las constantes "A" y "a" características locales de cada país. Se puede aceptar que, en general, la inflación sólo afecta a "A".

$$c = A\, d^{a}$$

Combinando estas dos últimas relaciones se llega a

$$c = \frac{A}{B^{\frac{a}{b}}}\, \rho^{-\frac{a}{b}}$$

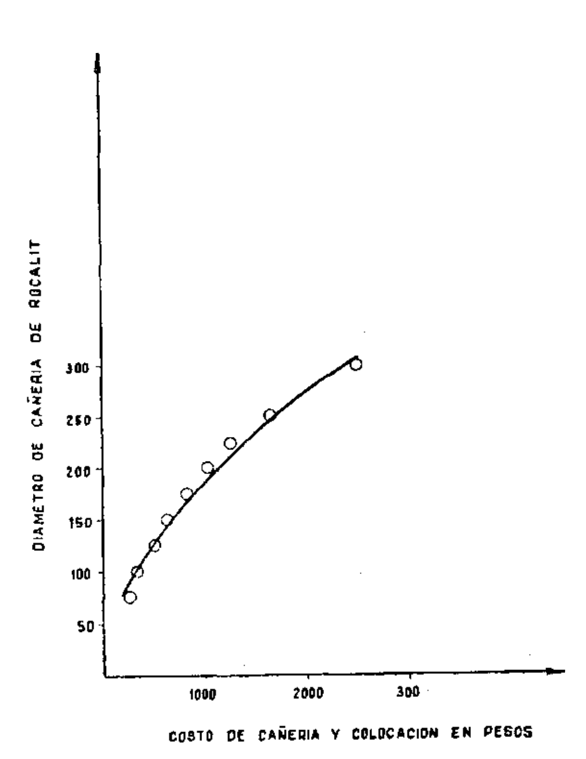
La fracción es una constante que se designa como M

$$c = M\, \rho^{-\frac{a}{b}}$$

Sucesión de cañerías.—Si se desea distribuir consumos en forma que por los sucesivos tramos de largos l_1, l_2, l_3, l_n se conduzcan gastos q_1, q_2, q_3, q_n se plantea de lleno el problema de asignar diámetros en forma que el conjunto sea el más económico. Dato del problema es la pérdida de carga H que se pierde en el trayecto.

VARIACION DEL COSTO CON EL DIAMETRO

CAÑERIA DE CEMENTO ASBESTO



CURVA : $c = Ad^{1.85}$

La solución teórica conduce a una relación cuya deducción se puede seguir a continuación en tipo chico relación que deben guardar todos los sucesivos trozos de cañería para que ésta sea económica:

$$\rho \frac{a + b}{b} \quad q^n = N$$

N es una constante del problema concreto que se plantea.

Se trata de distribuir consumos conocidos en forma que los gastos $(q_1, q_2 \ldots\ldots\ldots q^n)$ correrán a lo largo de una cañería con sucesivos diámetros $(d_1, d_2 \ldots\ldots\ldots d^n)$ y longitudes respectivas $(l_1, l_2, \ldots\ldots\ldots l^n)$ perdiéndose en el camino una carga total H dato del problema.

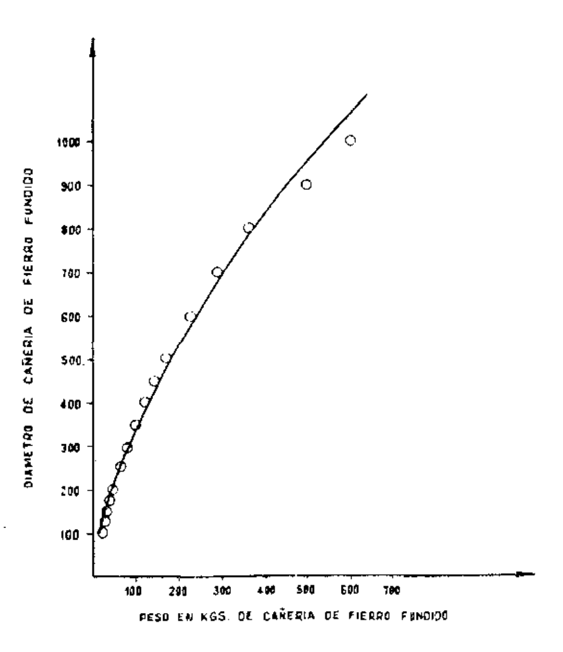
Para llegar a la expresión que conduzca a los diámetros más económicos, admitamos, como un artificio de cálculo que tenemos una distribución de diámetros que satisface los gastos conocidos con la pérdida total H, distribución que, no obstante, no es la más económica. Siguiendo nuestro artificio, supongamos que, por aproximaciones sucesivas, nos acerquemos a la distribución deseada en la siguiente forma: compararemos de dos en dos los trozos de nuestra cañería de manera que la suma de costo de ambos trozos, sin considerar el resto, sea la más económica.

Si partimos de la distribución inicial no económica, la modificaremos aumentando el diámetro en un trozo disminuyéndolo en el otro, para no alterar la pérdida total H; la menor pérdida de carga de uno, con motivo del cambio se equilibrará con una mayor pérdida en el otro: Δ H= constante (en valor absoluto).

Por otra parte el cambio ha de efectuarse de tal manera que en un trozo aumentaremos el costo,

VARIACION DEL PESO (COSTO) CON EL DIAMETRO

CAÑERIA DE F. FDO. P. A. M.



CURVA : $p = Ad^{1.56}$

pero en el otro lo disminuiremos en una suma mayor. Así habrá economía. El proceso lo repetiremos hasta que ya no sea posible obtener un saldo favorable, es decir hasta que:

$$\Delta C_1 = \Delta C_2$$

Para poner en ecuaciones lo recién expresado, recurrimos a las fórmulas ya deducidas:

$$H_1 = \rho_1 \; l_1 \; q_1^n \qquad H_2 = \rho_2 \; l_2 \; q_2^n$$

$$H + \Delta H = (\rho + \Delta \rho) \, l \, q^n$$

resulta:

$$\Delta H = \Delta \rho_1 \, . \, l_1 \, . \, q_1^n \quad = \Delta \rho_2 \, . \, l_2 \, . \, q_2^n$$

Por otra parte el costo unitario es:

$$c = M \rho^{-\frac{a}{b}}$$

y:

$$\frac{dc}{d\rho} = -M \frac{a}{b} \rho^{-\frac{(a+b)}{b}}$$

La ecuación de constancia de $\Delta C = \Delta c \times l$ será

$$\Delta C = \frac{dc}{d\rho} \Delta \rho_1 \, . \, l_1 = \frac{dc}{d\rho} . \Delta \rho_2 \, . \, l_2$$

para $(\rho = \rho_1)$ para $(\rho = \rho_2)$

$$C = - M \frac{a}{b} \rho_1^{-\frac{(a+b)}{b}} \Delta \rho_1 \, . \, l_1$$

$$= - M \frac{a}{b} \rho_2^{-\frac{(a+b)}{b}} \Delta \rho_2 \, . \, l_2$$

De la expresión de ΔH deducimos:

$$\Delta \rho_1 = \frac{\Delta H}{l_1 \; q_1^n}$$

$$\Delta \rho_2 = \frac{\Delta H}{l_2 \; q_2^n}$$

de donde:

$$\Delta C = - M \frac{a}{b} \rho_1^{-\frac{a+b}{b}} \times \frac{\Delta H}{l_1 \; q_1^n} l_1$$

$$= - M \frac{a}{b} \rho_2^{-\frac{a+b}{b}} \frac{\Delta H}{l_2 \; q_2^n} l_2$$

Simplificando llegaremos a:

$$\Delta C = - M \frac{a}{b} \rho_1^{-\frac{(a+b)}{b}} \frac{\Delta H}{q_1^n}$$

$$= - M \frac{a}{b} \rho_2^{-\frac{a+b}{b}} \frac{\Delta H}{q_2^n}$$

Para terminar con nuesro artificio podemos considerar que, de dos en dos, podemos mejorar todos los trozos de cañería, llegando necesariamente a que en toda cañería debe cumplirse, ya que ΔC y ΔH deben ser constantes:

$$- M \frac{a}{b} \rho^{-\frac{(a+b)}{b}} q^{-n} = \text{constante}$$

$$\rho^{-\frac{(a+b)}{b}} q^{-n} = \text{constante}$$

$$\rho^{\frac{a+b}{b}} q^n = \text{constante}$$

Q. E. D.

Para calcular una sucesión de cañerías en forma económica, bastará elegir para el primer trozo de cañería una resistencia arbitraia, calcular la constante (que será también arbitraria) y calcular la pérdida de carga total que resulte. En seguida, se establecerá el factor de relación entre esta pérdida y la verdadera, dato del problema. Corrigiendo todas las resistencias con este factor se habrá solucionado el problema, pues se llegará a la pérdida total dada y se cumplirá la constancia del producto

$$\rho^{\frac{a+b}{b}} q^n = N$$

Esta vez la constante será la verdadera.

No estará demás señalar que, siendo la relación entre pérdidas de carga arbitrarias y verdaderas

$$\frac{H}{H\alpha} = \alpha$$

las resistencias se corregirán

$$\rho = \alpha \cdot \rho_\alpha$$

y la constante

$$N = \alpha^{\frac{a+b}{b}} N\alpha$$

Derivaciones secundarias.—Solucionado el problema de la sucesión de cañerías en el tronco principal de la red, se podrá aplicar también a todos los ramales importantes el mismo criterio de dimensionamiento económico. Esta vez serán datos la cota piezométrica de partida y la final. Para evitar equivocaciones se puede adoptar para todo el sistema, tronco y derivaciones, una sola resistencia arbitraria de partida, con una misma constante arbitraria. Al final se calcularán los factores correctivos, los que en general serán distintos para las distintas derivaciones.

Puede ocurrir el caso que exista una o más derivaciones que, por su importancia o características topográficas, no puedan ser servidas por la cañería principal, o lo sea a un costo subido. Trataremos el caso en el título derivaciones importantes, para lo cual profundizaremos el significado de la constante N.

La constante N y el costo.—Dimensionada una sucesión de cañerías en forma que se cumpla:

$$\rho^{\frac{a+b}{b}} q^n = N$$

podremos avaluar la pérdida de carga total entre sus extremos, H:

$$H = \Sigma\, r\, q^n = \Sigma\, \rho\, l\, q^n$$

Si se expresa q^n en función de N y ρ, tendremos:

$$H = \Sigma\, \rho\, l\, N\, \rho^{-\frac{a+b}{b}} = N\, \Sigma\, \rho^{-\frac{a}{b}}\, l$$

Pero la resistencia unitaria se puede expresar en función del costo unitario:

$$\rho^{-\frac{a}{b}} = \frac{c}{M}$$

y, en consecuencia:

$$H = N\, \frac{1}{M}\, \Sigma\, c \cdot l$$

La suma de costos unitarios por longitudes no es otra cosa que el costo total C

$$H = \frac{N}{M}\, C$$

Tendremos, entonces, la relación costo-pérdida de carga:

$$C = \frac{M}{N}\, H$$

Según esto, el costo de cualquier trozo de cañería dentro de una sucesión dimensionada económicamente con constante N es proporcional a la pérdida de carga entre sus extremos, ya que M es constante general absoluta y N constante de la sucesión de cañerías.

Se deduce de lo anterior que, si a un sistema con características N, H y C se le desea modificar su pérdida de carga a H' las resistencias deberán multiplicarse por el factor $\frac{H'}{H}$ y la constante será:

$$N' = q^n \left(\frac{H'}{H}\right)^{\frac{a+b}{b}} = N \left(\frac{H'}{H}\right)^{\frac{a+b}{b}}$$

y el costo:

$$C' = \frac{M}{N'}\, H' = C \left(\frac{H'}{H}\right)^{\frac{a+b}{b}} \frac{H'}{H} = C \left(\frac{H}{H'}\right)^{\frac{a}{b}}$$

o en otra forma:

$$C' = C \left(\frac{N}{N'}\right)^{\frac{a}{a+b}}$$

Alteraciones de la línea de carga económica.—Todas las especulaciones precedentes suponen la compatibilidad de la línea de carga económica con las exigencias de la red representada en la línea de presiones mínimas, lo cual no siempre es una realidad.

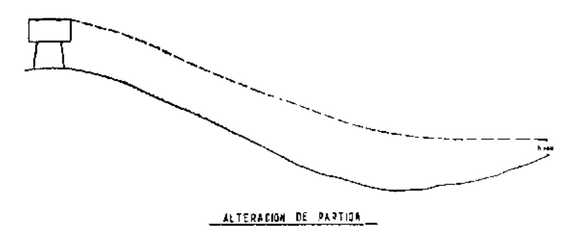
Puede ocurrir que haya incompatibilidades al comienzo de la distribución; en ese caso las conclusiones son aplicables a partir de cierto punto de la red.

Puede ocurrir también que la incompatibilidad se presente en las inmediaciones de la distribución y haya que calcular dos sucesiones económicas separadas por la alteración.

Puede presentarse el caso de una alteración exigida, no por la topografía del trazado de la cañería troncal, sino por las exigencias de una derivación, y que en ese caso interese conocer el mayor costo que significa la alteración y la posibilidad de

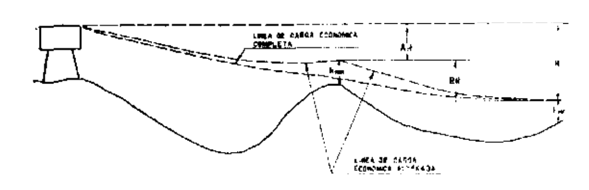
ALTERACIONES

LINEA DE CARGA ECONOMICA SIN ALTERACION



ALTERACION DE PARTIDA

ALTERACION EN CAMINO



obtener una economía en el conjunto. Consideraremos este caso, a partir de la línea de carga económica única con pérdida H y sea dada la alteración que obligará a levantarla en un punto tal que la carga H se divida en las porciones:

$$A\,H \quad \text{y} \quad B\,H$$

$$A + B = 1$$

El costo, según la línea única, es:

$$C = \frac{M}{N}\,H = \frac{M}{N}\,(AH + BH)$$

Sea la alteración obligada un levantamiento de la línea de carga en Δ H, pero realizándose en ambos trozos resultantes sucesión económicas de cañerías. El costo resultará, para el primer trozo:

$$C'_A = \frac{M}{N}\,AH\,\left(\frac{AH - \Delta H}{AH}\right)^{-\frac{a}{b}}$$

y para el segundo:

$$C'_B = \frac{M}{N}\,BH\,\left(\frac{BH + \Delta H}{BH}\right)^{-\frac{a}{b}}$$

El costo total;

$$C' = C'_A + C'_B = \frac{M}{N}\,H \times \left[A\left(1 - \frac{\Delta}{A}\right)^{-\frac{a}{b}} + (1 - A)\left(1 + \frac{\Delta}{1 - A}\right)^{-\frac{a}{b}}\right]$$

El valor entre paréntesis cuadrado es tabulable y lo presentamos en un anexo para poder valorizar fácilmente el aumento de costo correspondiente, valor que es muy interesante, como que alguna vez pueda indicarnos si resulta más económica una reelevación u otra solución que ahorre un dispendio de toda la red.

Derivaciones importantes.—Un caso especial de posible alteración de la línea de carga económica lo constituye una derivación que, sea por su relativa importancia o por las condiciones topográficas del terreno que debe servir, ofrece la duda de si resulta conveniente introducir tal alteración y en tal caso en cuanta altura debe levantarse.

Con el auxilio de relaciones establecidas anteriormente puede determinarse la solución económica después de algunos tanteos. El proceso es idéntico al señalado para el caso general con la complicación, esta vez, de un ramal con extremo muy alto o con muchos servicios que insinúa o exige levantar la línea de carga principal. Tenemos, por una parte la valorización del costo corregido en la cañería principal:

$$C' = C\left[A\left(1 - \frac{\Delta}{A}\right)^{-\frac{a}{b}} + (1 - A)\left(1 + \frac{\Delta}{1 - A}\right)^{-\frac{a}{b}}\right]$$

fórmula tabulada
y por otra parte, la valorización del costo corregido en la derivación:

$$C'_D = C_D\left(1 + \frac{\Delta}{H_D}\right)^{-\frac{a}{b}}$$

fórmula también tabulada.

Después de algún tanteo el caso quedará resuelto por la solución que dé el costo mínimo de la suma.

La repetición de alteraciones, sea en el mismo o en otros puntos de la cañería principal, se resuelve en igual forma.

Red de mallas.—En una red de mallas

se presentan dos problemas: el del reparto de gastos en forma económica y el de la asignación de diámetros en forma económica.

La aplicación integral del sistema establecido anteriormente envuelve un criterio de reparto. En efecto, si en todo el sistema rige una sola constante:

$$N = \rho^{\frac{a+b}{b}} q^n$$

y se recorre íntegramente una malla, se tendrá al cabo del recorrido:

$$\Sigma H = 0$$

$$\Sigma \rho l q^n = 0$$

$$N^{\frac{b}{a+b}} \cdot q^{-\frac{nb}{a+b}} \cdot l \cdot q^n = 0$$

eliminando la constante

$$\Sigma q^{\frac{na}{a+b}} \cdot l = 0$$

Esta ecuación de estructura semejante a la ecuación de una malla con resistencias conocidas $\Sigma r q^n = 0$ envuelve una distribución de gastos por el método de Hardy Cross y se conduce en forma análoga considerando que las resistencias r son los largos l y el exponente de la fórmula es m

$$m = \frac{na}{a+b}$$

$$\Sigma l q^m = 0$$

Adviértase que sólo figuran en esta ecuación los datos del problema: consumos y longitudes de malla. El dimensionamiento de las cañerías se puede hacer en seguida en idéntica forma que en las cañerías sucesivas: se elige constante arbitraria y luego se corrige de acuerdo con las disponibilidades de carga.

Queda en pié, sin embargo, la observación inicial: con el reparto establecido el dimensionamiento de cañerías en cualquiera sucesión es el más económico, pero ¿era el reparto el más económico?

En rigor, el reparto, con constante única significa que, si se recorre cada malla desde el punto de alimentación hasta el punto neutro, el costo por ambos ramales es el mismo. (A igualdad de N y de H, igualdad de costo). El punto neutro estará ubicado de tal manera que el lado más corto será el que contenga los consumos más grandes y el rodeo será mayor por el lado de los consumos pequeños, lo cual significa economía en la distribución de gastos pero no es necesariamente la solución teórica del problema el que, por lo demás, parece no tener solución. En efecto, se enfrentan dos principios no concurrentes: distribución de gastos y distribución de diámetros. El último se satisface mas no el primero. Con todo, se puede asegurar, después de una serie de comprobaciones prácticas todas exitosas, que en general el método es ampliamente satisfactorio y saltará al buen ojo del proyectista algún caso excepcional en que no sea recomendable (Ejemplo: mallas sin consumo en camino......).

Derivaciones en paralelo.—Aunque será muy raro que el caso que se planteará tenga aplicación directa en la práctica, lo desarrollaremos por ser de utilidad en estimación de costos o en pre-dimensionamientos de redes con características semejantes al caso teórico.

Se trata de una cañería matriz que en un punto dado se ramifica en varias cañerías paralelas, las que a su vez, más adelante pueden subdividirse. El caso teórico supone que resistencias y consumos de las diversas ramas son iguales.

Las cañerías en la 1.ª etapa de ramificación o en cualquiera otra, en número m tienen una resistencia de combinación Rc que se relaciona con las sucesivas R_1, R_2, ...Rm según la expresión de resistencia de cañerías en paralelo (deducción análoga a la resistencia de conductores eléctricos en paralelo).

$$R_c^{-\frac{1}{n}} = R_1^{-\frac{1}{n}} + R_2^{-\frac{1}{n}} + R_m^{-\frac{1}{n}}$$

Por el hecho de ser, por hipótesis, las cañerías iguales, con consumos iguales:

$$R_c^{\frac{1}{n}} = mR^{\frac{1}{n}}$$

y

$$\rho_c^{\frac{1}{n}} = m\rho^{\frac{1}{n}}$$

el costo unitario, de cada una, será según la expresión general:

$$c = M \rho^{-\frac{a}{b}}$$

y el del conjunto:

$$c_c = m M \rho^{-\frac{a}{b}}$$

ahora como expresado ρ en función de ρ_c resulta:

$$\rho = m^n \rho_c$$

tendremos:

$$c_c = M m \rho_c^{-\frac{a}{b}} m^{-\frac{na}{b}}$$

$$= M \rho_c^{-\frac{a}{b}} m^{\frac{b - na}{b}}$$

Si los consumos de esa etapa de ramificación hubieran sido distribuidos por una sola cañería de resistencia ρ_c su costo habría sido:

$$c_{\rho_c} = M \rho_c^{-\frac{a}{b}}$$

El costo unitario de la combinación de las cañerías se relaciona, pues, con el costo unitario de la cañería única como sigue:

$$c_c = m^{\frac{b - na}{b}} c_{\rho_c}$$

Como era lógico suponerlo, la combinación cuesta más caro que la cañería única. En consecuencia, para que la sucesión completa sea la económica resultará conveniente abaratar el paralelo en desmedro de la cañería matriz única, esto es, habrá que castigar el valor de N (a mayor N, mayores resistencias, menores costos).

$$N_c = m^{\frac{b - na}{b}} \times N$$

El valor correctivo se podrá aplicar, pues, en cualquiera etapa de ramificación con cualquier "m". Se da, al final, una tabla de los factores correctivos indicados (1).

(1) Método aplicado por Ing. Miguel Concha; A. P. de Iquique.

Conclusión.—Se propicia, en suma, en este trabajo un método para calcular redes sean ellas ramificadas o de mallas.

Se muestra una manera de valorizar el costo de una sucesión de cañerías principales y de sus derivaciones importantes y de reajustar en forma simple las variaciones de costo en casos de alteraciones de la línea de carga económica o de modificación en el valor total de la pérdida de carga. Todo esto tiene importancia en anteproyectos, comparación de variantes, reelevaciones, relaciones entre costos de redes y costos de aducciones, impulsiones o elevaciones de estanques, etc.

Para hacer fácilmente utilizable la exposición la completamos con tablas de:

diámetros - resistencias unitarias

potencias $-\frac{a+b}{b}$ de resistencias unitarias

potencias n de gastos

potencias $\frac{a+b}{b}$ de números (coeficientes relacionadores)

potencias $\frac{a}{b}$ de números (coeficientes relacionadores)

potencias $\frac{a}{a+b}$ de números (coeficientes relacionadores)

funciones para calcular alteraciones $f(A,\Delta)$

funciones para calcular alteraciones $f(H,\Delta)$

potencias q^m y valores de $m\, q^{m-1}$

potencias $\frac{b - na}{b}$ de números (paralelos)

Para terminar mostraremos la conversión de las expresiones dadas en términos de velocidades y diámetros, útil para verificar hasta qué punto una red está dimensionada en forma económica. La expresión es:

$$v \,.\, d^2 - \frac{a+b}{n} = \text{constante}$$

El exponente para las cañerías de cemento asbesto es - 1,65 y para cañerías metálicas, aproximadamente - 1,4. En términos generales podemos expresar:

$$\frac{v}{d} \quad 1{,}5 \quad = \quad \text{constante}$$

q	$q^{1.85}$	$q^{1.9}$	q^{2}	$1.85\,q^{0.85}$	$1.9\,q^{0.9}$	$2q$	$q^{0.456}$	$q^{0.506}$	$q^{0.503}$	$0.456\,q^{-5.444}$	$0.506\,q^{-0.494}$	$0.583\,q^{-0.417}$
1	1	1	1	1,85	1,90	2	1	1	1	0,456	0,506	0,583
2	3,61	3,73	4	3,04	3,33	4	1,37	1,42	1,49	0,313	0,359	0.437
3	7,63	8,06	9	4,29	4,79	6	1,65	1,74	1,90	0.251	0,294	0 369
4	12,99	13,93	16	5,48	6,20	8	1,88	2,02	2.24	0.214	0.255	0,327
5	19.64	21,28	25	6.63	7,58	10	2,08	2,26	2,56	0,190	0.228	0 298
6	27,52	30,10	36	7.74	8,94	12	2.26	2,48	2,84	0.172	0.209	0,276
7	36,60	40.33	49	8,82	10,27	14	2,43	2,68	3,11	0.158	0,193	0,259
8	46.85	51,98	64	9,88	11,58	16	2,58	2,86	3,36	0,147	0 181	0 245
9	58.96	65,02	81	10,92	12,87	18	2,72	3 04	3,60	0,138	0,171	0,233
10	70,80	79.43	100	11,94	14.16	20	2,86	3,21	3,63	0.130	0,162	0 224
12	99,19	112	144	13,94	16,68	24	3,10	3,52	4.26	0.118	0,148	0,207
14	132	150	196	15,90	19.16	28	3,33	3,80	4,66	0,109	0.137	0,194
16	169	194	256	17,81	21.61	32	3,54	4,07	5,04	0,101	0,129	0,183
18	210	243	324	19.68	24.02	36	3,74	4,32	5,39	0.095	0 121	0,175
20	265	296	400	21,52	26,41	40	3,92	4.55	5,70	0.089	0,115	0,167
22	304	355	484	23,34	28,78	44	4,09	4,78	6 06	0,085	0.110	0,161
24	358	419	576	25.13	31,12	48	4.26	4,99	6 34	0,081	0.105	0,155
26	415	488	676	26,90	33,45	52	4,42	5,20	6.68	0,077	0,101	0,150
28	476	562	784	28 65	36,75	56	4.57	5,40	6,98	0,074	0,098	0,145
30	540	641	900	30.38	38,04	60	4,72	5,59	7,26	0,072	0,094	0 141
32	609	724	1.024	32,10	40.32	64	4,86	5,78	7,54	0,069	0 091	0 137
34	681	812	1 156	33,79	42,58	68	4,99	5,96	7,81	0,067	0,089	0,134
36	757	906	1.296	35,48	44,83	72	5,12	6,13	8 08	0,065	0,086	0,131
38	837	1 004	1 444	37,15	47,06	76	5,25	6,30	8,34	0 063	0,084	0 128
40	920	1 106	1 600	38,80	49,29	80	5,38	6,47	8,59	0 061	0,082	0,125
42	1 007	1 214	1.764	40,44	51,50	84	5,50	6,63	8,84	0,060	0 080	0 123
44	1097	1 326	1 936	42,08	53,70	88	5,62	6.79	9,08	0,058	0 078	0,120
46	1192	1 443	2 116	43,70	55,69	92	5.73	6.94	9,28	0,057	0.076	0 118
48	1.289	1 564	2 304	45,31	58,07	96	5,84	7,09	9,53	0 056	0 075	0,116
50	1 390	1 691	2 500	46,90	60,25	100	5,95	7.24	9,78	0,054	0,073	0,114
55	1 658	2 026	3 025	50,86	65,65	110	6,22	7,60	10.34	0,052	0,069	0,110
60	1 943	2 390	3 600	54.77	70,99	120	6,47	7,94	10,87	0,049	0 068	0,106
65	2 259	2.783	4 225	58.62	76.30	130	6,71	8,27	11.40	0.047	0,064	0,102
70	2 591	3.204	4.900	62.44	81,56	140	6,94	8,58	11,90	0,045	0,062	0,099
75	2 943	3 653	5 625	64.92	85,87	150	7,16	8,89	12,39	0,044	0.060	0,096
80	3.217	4 129	6 400	69,94	91,97	160	7,38	9,18	12,87	0,042	0,058	0,094
85	3 710	4.633	7.225	73,65	97,13	170	7,58	9,47	13,33	0.041	0,056	0,091
90	4 124	5 165	8 100	77,30	102,30	180	7,78	9.75	13,78	0,039	0 055	0,089
95	4 558	5 724	9 025	80.94	107 40	190	7,98	10.02	14,22	0,038	0,053	0,087
100	5 012	6 310	10 000	84	112,40	200	8,17	10,28	14.66	0,037	0,052	0 065
110	5 978	7 562	12.100	91,68	122,50	220	8,53	10,71	15,49	0,035	0,050	0 082
120	7 022	8 922	14 400	98,72	132,50	240	8,87	11,27	16,30	0,034	0,048	0,079
130	8 143	10 368	16 900	105,70	142,40	260	9,20	11,74	17,08	0,032	0,046	0,077
140	9 350	11 958	19 600	112,50	152,20	280	9,52	12,20	17,83	0,031	0,044	0,074
150	10.611	13 632	22 500	119,30	161.90	300	9,82	12 62	18,56	0 030	0,043	0 072
160	11 957	15 411	25 600	126,10	171,60	320	10,12	13,04	19,28	0,029	0,041	0,070
170	13 376	17 292	28 900	132,70	181.30	340	10.40	13,45	19,97	0,028	0,040	0,068
180	14.868	19.276	32,400	139,30	190,80	360	10,68	13,84	20,64	0,027	0,039	0,067
190	16,432	21,361	36,100	145,90	200,30	380	10,94	14.23	21,31	0,026	0,038	0,065
200	18,068	23.548	40,000	152,40	209,80	400	11.20	14.60	21,95	0,026	0,039	0,064
210	19.775	25,836	44,100	158,90	219,20	420	11,45	14,96	22,59	0,025	0,039	0 063
220	21,552	28.223	48,400	165,30	228.60	440	11.70	15,32	23,21	0,024	0,037	0 061
230	23.399	30.711	52,900	171,60	237,90	460	11,94	15,67	23,82	0 024	0,035	0 060
240	25,316	33,297	57 600	177,90	247.20	480	12,17	16,01	24,41	0,023	0,034	0 059
250	27,302	35,973	62,500	184.20	256,50	500	12.40	16,34	25,00	0,023	0,033	0,058
260	29,365	38.765	67,600	190.50	265,70	520	12,62	16,67	25,58	0,022	0,032	0,056
270	31 479	41,646	72,900	196,70	274,90	540	12,84	16,99	26,15	0,022	0,032	0 056
280	33,671	44.627	78,400	202,90	284	560	13,06	17,31	26,71	0,021	0 031	0 055
290	35,928	47.704	84,100	209	293,10	580	13.27	17,62	27,26	0,021	0 031	0,055
300	38,254	50.878	90,000	215,10	302,20	600	13,48	17,92	27,81	0,020	0,030	0 054

q	$q^{1.85}$	$q^{1.9}$	q^{2}	$1.85\,q^{0.85}$	$1.9\,q^{0.9}$	$2\,q$	$q^{0.456}$	$q^{0.506}$	$q^{0.503}$	$0.456\,q^{-5.444}$	$0.506\,q^{-0.494}$	$0.583\,q^{-0.417}$
310	40.646	54.147	96.100	221.90	311.20	620	13.68	18.22	28.34	0.020	0.030	0.053
320	43.105	57.515	102.400	227.30	320.30	640	13.88	18.52	28.82	0.020	0.029	0.053
330	45.629	60.977	108.900	233.30	329.30	660	14.07	18.81	29.39	0.019	0.029	0.052
340	48.221	64.537	115.600	239.20	338.20	680	14.27	19.10	29.91	0.019	0.028	0.051
350	50.878	68.192	122.500	245.40	347.20	700	14.46	19.38	30.42	0.019	0.028	0.051
360	53.599	71.940	129.600	251.20	356.10	720	14.64	19.66	30.93	0.019	0.028	0.050
370	56.386	75.785	136.900	257.10	365	740	14.83	19.93	31.42	0.018	0.027	0.050
380	59.236	79.722	144.400	263	373.80	760	15.01	20.20	31.92	0.018	0.027	0.049
390	62.153	83.755	152.100	268.80	382.70	780	15.19	20.47	32.40	0.018	0.027	0.048
400	65.134	87.884	160.000	274.70	391.50	800	15.36	20.73	32.89	0.017	0.026	0.048
410	68.167	92.104	168.100	280.50	400.30	820	15.54	20.99	33.36	0.017	0.026	0.047
420	71.287	96.420	176.400	286.30	409.10	840	15.71	21.25	33.83	0.017	0.026	0.047
430	74.460	100.830	184.900	292.10	417.80	860	15.88	21.50	34.30	0.017	0.025	0.046
440	77.692	105.330	193.600	297.90	426.60	880	16.05	21.76	34.76	0.017	0.025	0.046
450	80.992	109.930	202.500	303.60	435.30	900	16.21	22	35.52	0.016	0.025	0.046
460	84.354	114.620	211.600	309.30	444	920	16.38	22.25	35.67	0.016	0.024	0.045
470	87.776	119.400	220.900	315	452.60	940	16.54	22.50	36.13	0.016	0.024	0.045
480	91.262	124.270	230.400	320.10	461.30	960	16.70	22.74	36.57	0.016	0.024	0.044
490	94.814	129.240	240.100	326.40	469.90	980	16.85	22.97	37.02	0.016	0.024	0.044
500	98.422	134.290	250.000	332.10	478.60	1.000	17.01	23.21	37.45	0.016	0.024	0.044
550	117.400	160.940	302.500	360.10	521.50	1.100	17.11	24.36	39.59	0.015	0.022	0.042
600	137.910	189.880	360.000	387.70	563.90	1.200	18.49	25.45	41.65	0.014	0.021	0.040
650	159.910	221.070	422.500	415	606	1.300	19.17	26.50	43.65	0.013	0.021	0.039
700	183.430	254.500	490.000	442	647.80	1.400	19.83	27.52	45.57	0.013	0.020	0.038
750	208.380	290.140	562.500	459.60	689.30	1.500	20.47	28.50	47.44	0.012	0.019	0.037
800	234.810	328.000	640.000	495.10	730.60	1.600	21.08	29.44	49.26	0.012	0.019	0.036
850	262.680	368.040	722.500	521.40	771.60	1.700	21.67	30.36	51.03	0.012	0.018	0.035
900	291.970	410.260	810.000	547.30	812.30	1.800	22.24	31.25	52.76	0.011	0.018	0.034
950	322.690	454.640	902.500	573	858.60	1.900	22.80	32.12	54.45	0.011	0.017	0.033
1000	354.820	501.190	1.000.000	598.50	893	2.000	23.33	32.96	56.10	0.011	0.017	0.033

POTENCIAS DE q :

PARA CALCULOS HIDRAULICOS GENERALES : q^{n}

PARA TERMINOS CORRECTIVOS CROSS : $n q^{n-1}$

PARA MALLAS ECONOMICAS : q^{m}

$m q^{m-1}$

CAÑERIAS DE CEMENTO ASBESTO : LUDIN : $n = 1.85$ $m = 0.506$

CAÑERIAS METALICAS : SCOBEY : $n = 1.90$ $m = 0.456$

NIKURADSE SIMPLIFICADA : $n = 2$ $m = 0.583$

RESISTENCIAS UNITARIAS

CAÑERIAS DE CEMENTO ASBESTO

D mm	ρ
50	10^{-3} × 6,4
75	10^{-6} × 880
100	215
125	72
150	29,2
200	7,2
250	2,41
300	10^{-9} × 986
350	460
400	240

FORMULA DE LUDIN

$$H = r q^{1,85}$$

$$r = \rho l$$

← VALORES DE ρ PARA q EN lts/seg.

REDES ECONOMICAS

CAÑERIAS DE CEMENTO ASBESTO

D mm	$\rho^{1,38}$
50	10^{-6} × 939
75	60,7
100	8,69
125	1,92
150	10^{-9} 552
200	80
250	17,7
300	5,15
350	2,81
400	1,835

$$\rho^{\frac{a+b}{b}}$$

EXP. DE COSTO: $c = A d^{a}$

$a = 1,85$

EXP. DE RESISTENCIA: $\rho = B d^{b}$

$b = 4,91$ (LUDIN)

$$\frac{a+b}{b} = 1,38$$

← VALORES DE $\rho^{1,38}$ PARA q EN lts/seg

CAÑERIAS METALICAS, según SCOBEY

$H = r q^{1,9}$

$r = K_t \rho l$

$a = 1,55$

$b = 4,90$

$\frac{a+b}{b} = 1,32$

D"	RESISTENCIAS UNITARIAS: q en lts/seg ρ_2	RESISTENCIAS UNITARIAS: q en m³/seg ρ_m	REDES ECONOMICAS: $\rho_1^{1,32}$	REDES ECONOMICAS: $\rho_m^{1,32}$
2	10^{-4} × 6,66	10^{-9} × 2,86	10^{-4} × 1,888	10^{-6} × 34,85
3	10^{-5} × 776	1 × 392	10^{-6} × 78,46	2,66
4	191,6	96,6	12,57	1 × 416,6
5	64,1	32,3	2,92	98,2
6	26,2	13,3	10^{-7} × 898	38,44
7	12,36	6,26	322	11,28
8	6,41	3,23	148	4,1
9	3,6	1,81	65,2	2,18
10	2,146	1,085	32,9	1,11
11	1,346	10^{-8} × 680	17,8	10^{-9} × 601
12	10^{-7} × 880	445	10,18	348,4
13		380		204,1
14		207		125
15		149,2		81,2
16		108,6		63,3
18		60,9		26,9
20		36,3		12,56
24		16,86		6,76
27		8,29		3,86
30		5		1,79
40		1,218		10^{-6} × 148

VALORES DE K_t:

AÑOS DE USO:	AGUAS CALCAREAS	AGUAS POCO CALCAREAS
10	1,11	1,14
20	1,22	1,25
30	1,35	1,44
40	1,49	1,62
50	1,56	2,12
60	1,82	2,46

POTENCIAS DE K_t:

$1,35^{1,32} = 1,49$

$1,60^{1,32} = 1,88$

$2,46^{1,32} = 2,28$

CAÑERIAS METALICAS según NIKURADSE SIMPLIFICADA

RESISTENCIAS UNITARIAS		
D mm	$\rho_{K=2}$	$\rho_{K=3}$
50	10^{-3} × 15,64	10^{-3} × 19,74
75	1,83	2,28
100	1 × 400	1 × 498
125	128,6	158,5
150	45,6	56,7
200	10	12,46
250	3,02	3,76
300	1,14	1,42
350	10^{-3} × 506	10^{-3} × 631
400	249	310
500	75,8	94,5
600	28,6	35,6
700	12,63	15,7
800	6,25	7,8
1000	1,92	2,4

PARA TUBOS RUGOSOS $V > 0,35$ m/s

$H = r q^{2}$

$r = \rho l \cdot K_0^{0,317}$

VALORES DE K:
TUBOS MOHOSOS 1 a 1,5
TUBOS INCRUSTADOS 1,5 a 3

← VALORES DE ρ PARA K = 2 y 3, q m³/seg

REDES ECONOMICAS

CALCULOS DE DIAMETROS

FORMULA: NIKURADSE, SIMPLIFICADA, K=2

VALORES DE $\rho^{1,29}$ $\frac{a+b}{b} = 1,29$

D	$\rho^{1,29}$	D	$\rho^{1,29}$
50	261,630	350	0,415
75	16,164	400	0,166
100	2,773	500	0,0367
125	485,14	600	0,0102
150	137,67	700	0,00354
200	19,50	800	0,00142
250	4,16	1000	0,000309
300	1,18		

POTENCIAS DE NUMEROS RELACIONADORES

(CORRECCIONES COSTO - ALTURA, COSTO - N, N - ALTURA, ETC.)

VALORES DE LOS EXPONENTES

$\frac{a+b}{b}$ = 1,38 LUDIN
= 1,32 SCOBEY
= 1,29 NIKURADSE SIMPL.

$\frac{a}{a+b}$ = 0,274 LUDIN
= 0,240 SCOBEY
= 0,227 NIKURADSE SIMPL.

$\frac{a}{b}$ = 0,377 LUDIN
= 0,316 SCOBEY
= 0,291 NIKURADSE SIMPLIFICADA

n	$n^{1,38}$	$n^{1,32}$	$n^{1,29}$	$n^{0,377}$	$n^{0,316}$	$n^{0,291}$	$n^{0,274}$	$n^{0,240}$	$n^{0,227}$
0,1	0,042	0,048	0,051	0,420	0.483	0,512	0,532	0.675	0,593
0,2	0,119	0,120	0,125	0,545	0,601	0,641	0,643	0,680	0,694
0,3	0,190	0,204	0,212	0,635	0,683	0,704	0,719	0,749	0,761
0,4	0,282	0,298	0,307	0,708	0,749	0,766	0,778	0,803	0.812
0.6	0,384	0,401	0,409	0,770	0,803	0,821	0,827	0,847	0,854
0,6	0,494	0,510	0,517	0,825	0,851	0,862	0,869	0,885	0,891
0,7	0,611	0,626	0,631	0,890	0,893	0,901	0,907	0,918	0,922
0,8	0,735	0,745	0,750	0,919	0,932	0,937	0,941	0,948	0,950
0,9	0.865	0,870	0,873	0,961	0,967	0,970	0,972	0,975	0,976
1,0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,03
2	2,60	2,49	2,45	1,30	1,26	1,22	1,21	1,18	1,17
3	4,55	4,26	4,13	1,51	1,42	1,38	1,35	1,30	1,28
4	6,77	6,23	5,98	1,69	1,55	1,50	1,46	1,39	1,37
5	9,22	8,31	7,97	1,83	1,66	1,60	1,55	1,47	1,44
6	11,85	10,64	10,09	1,97	1,76	1,68	1,63	1,54	1,50
7	14,66	13,04	12,31	2,08	1,85	1,76	1,70	1,60	1,56
8	17,63	15,56	14,62	2,19	1,93	1,83	1,77	1,65	1,60
9	20,74	18,18	17,02	2,29	2,00	1,90	1,83	1,69	1,65
10	23,99	20,90	19,68	2,38	2,07	1,95	1,88	1,74	1,69

POTENCIAS DE NUMERO DE PARALELOS

m	LUDIN $m^{0,384}$	SCOBEY $m^{0,400}$	NIKURADSE $m^{0,418}$
1	1	1 -	1 -
2	1.237	1.320	1.336
3	1.400	1.552	1.583
4	1.529	1.741	1.785
5	1.636	1.904	1.960
6	1.730	2.048	2.115
7	1.814	2.178	2.256
8	1.890	2.297	2.385
9	1.959	2.408	2.505
10	2.023	2.502	2.618

ALTERACIONES EN LA MATRIZ

VALORES DE $A\left(1-\frac{\Delta}{A}\right)^{-\frac{a}{b}} + (1-A)\left(1+\frac{\Delta}{1-A}\right)^{-\frac{a}{b}}$

PARA CAÑERIAS DE CEMENTO ASBESTO - LUDIN $\frac{a}{b} = 0.377$
PARA CAÑERIAS METALICAS - SCOBEY $= 0.316$
PARA CAÑERIAS METALICAS - NIKURADSE [illegible] $= 0.292$

Δ	A = 0.1, a/b = 0.377	a/b = 0.316	a/b = 0.291	A = 0.2, a/b = 0.377	a/b = 0.316	a/b = 0.291	A = 0.3, a/b = 0.377	a/b = 0.316	a/b = 0.291
0.1	∞	∞	∞	1.015	1.019	1.021	1.013	1.012	1.010
0.2				∞	∞	∞	1.091	1.070	1.063
0.3							∞	∞	∞
0.4									
0.5									
0.6									
0.7									
0.8									
0.9									

Δ	A = 0.4, a/b = 0.377	a/b = 0.316	a/b = 0.291	A = 0.5, a/b = 0.377	a/b = 0.316	a/b = 0.291	A = 0.6, a/b = 0.377	a/b = 0.316	a/b = 0.291
0.1	1.011	1.010	1.008	1.011	1.010	1.007	1.029	1.008	1.006
0.2	1.061	1.046	1.042	1.046	1.036	1.033	1.041	1.034	1.031
0.3	1.193	1.149	1.134	1.124	1.095	1.089	1.104	1.083	1.076
0.4	∞	∞	∞	1.319	1.244	1.221	1.213	1.167	1.146
0.5				∞	∞	∞	1.465	1.362	1.321
0.6							∞	∞	∞
0.7									
0.8									
0.9									

Δ	A = 0.7, a/b = 0.377	a/b = 0.316	a/b = 0.291	A = 0.8, a/b = 0.377	a/b = 0.316	a/b = 0.291	A = 0.9, a/b = 0.377	a/b = 0.316	a/b = 0.291
0.1	1.010	1.009	[illegible]	1.015	1.011	1.010	1.025	1.023	1.017
0.2	1.026	1.023	1.020	1.047	1.031	1.036	1.054	1.043	1.039
0.3	1.096	1.077	1.070	1.093	1.070	1.068	1.095	1.090	1.077
0.4	1.156	1.145	1.130	1.165	1.136	1.127	1.177	1.148	1.128
0.5	1.323	1.239	1.228	1.282	1.224	1.199	1.301	1.237	1.194
0.6	1.620	1.482	1.438	1.449	1.365	1.316	1.398	1.324	1.287
0.7	∞	∞	∞	1.724	1.606	1.409	1.616	1.482	1.436
0.8				∞	∞	∞	2.114	1.860	1.763
0.9							∞	∞	∞

ALTERACIONES EN FINAL DE MATRIZ

VALORES DE $\left(1-\frac{\Delta}{H}\right)^{-\frac{a}{b}}$

LUDIN $\frac{a}{b} = 0.377$
SCOBEY $= 0.316$
NIKURADSE $= 0.292$

$\frac{\Delta}{H}$	$\left(1-\frac{\Delta}{H}\right)^{-0.377}$ LUDIN	$\left(1-\frac{\Delta}{H}\right)^{-0.316}$ SCOBEY	$\left(1-\frac{\Delta}{H}\right)^{-0.292}$ NIKURADSE
0.1	1.04	1.03	1.03
0.2	1.09	1.07	1.06
0.3	1.14	1.12	1.11
0.4	1.21	1.18	1.16
0.5	1.30	1.24	1.22
0.6	1.41	1.34	1.31
0.7	1.58	1.46	1.42
0.8	1.73	1.66	1.60
0.9	1.38	2.08	1.96
1	∞	∞	∞

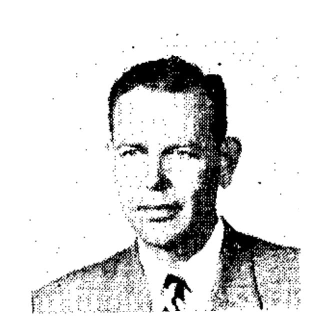
ALTERACIONES EN DERIVACIONES

VALORES DE $\left(1+\frac{\Delta}{H}\right)^{-\frac{a}{b}}$

PARA CAÑERIA DE CEMENTO ASBESTO - LUDIN [illegible]
PARA CAÑERIA METALICA - SCOBEY [illegible]
PARA CAÑERIA METALICA - NIKURADSE [illegible]

$\frac{\Delta}{H}$	$\left(1+\frac{\Delta}{H}\right)^{-\frac{a}{b}}$ LUDIN	SCOBEY	NIKURADSE	$\frac{\Delta}{H}$	$\left(1+\frac{\Delta}{H}\right)^{-\frac{a}{b}}$ LUDIN	SCOBEY	NIKURADSE
0.1	0.906	[illegible]	[illegible]	1.5	0.751	0.762	[illegible]
0.2	0.903	0.901	0.910	2	0.661	0.676	[illegible]
0.3	0.901	[illegible]	0.924	2.5	0.623	0.870	[illegible]
0.4	0.898	0.900	[illegible]	3	0.543	0.564	[illegible]
0.5	0.895	[illegible]	[illegible]	3.5	0.557	0.541	[illegible]
0.6	0.894	0.896	0.612	4	[illegible]	[illegible]	[illegible]
0.7	0.891	[illegible]	[illegible]	4.5	0.526	[illegible]	[illegible]
0.8	0.889	[illegible]	0.542	5	0.579	[illegible]	[illegible]
0.9	0.881	0.391	0.329	6	0.450	[illegible]	[illegible]
1	0.778	[illegible]	0.817	7	0.437	0.836	[illegible]
				8	0.457	0.835	[illegible]
				9	0.426	0.829	[illegible]
				10	0.408	0.921	[illegible]

EL DESARROLLO DE LA SALUD OCUPACIONAL EN CHILE



WILLIAM MC QUARY, Ingeniero Asesor de Higiene Industrial del Instituto de Asuntos Interamericanos.

En Chile hay cerca de seis millones de habitantes, de los cuales un millón y medio de personas trabajan en la industria, en más de 8.000 establecimientos industriales, incluyéndose en esta cifra 100,000 operarios empleados en la extracción de minerales. Además, hay aproximadamente un medio millón de trabajadores en la agricultura. Entre las enfermedades profesionales, la silicosis es la de mayor incidencia en Chile debido al alto porcentaje de operarios ocupados en la minería y al tipo de extracción empleado. Hay otros riesgos ocupacionales serios, tales como el envenenamiento por mercurio y manganeso, exposición a solventes orgánicos, exposición a monóxido de carbono y otros gases, etc. Sin embargo, los accidentes son la causa mayor de pérdida de tiempo y de dinero en el país. Se estima en aproximadamente siete mil millones de pesos el costo anual de los accidentes industriales y las enfermedades profesionales.

La Dirección General de Sanidad, desde hace aproximadamente veinte años, ha estado tratando de realizar una labor efectiva en el campo de la higiene industrial, para lo cual ya en 1932 se había creado un departamento especial. Este departamento, carente de personal especializado, se dedicó a realizar inspecciones, orientando su labor especialmente al saneamiento general de las industrias. En 1944 y 1945, se enviaron a los Estados Unidos un médico, un ingeniero y un químico para obtener entrenamiento especializado. Sin embargo, solamente el médico continuó desempeñando esta labor con horario parcial, pero, en vista de las limitaciones de tiempo y presupuesto y de la falta del resto del personal entrenado necesario para formar el equipo, la labor realizada fué muy reducida. En 1947, el ingeniero John J Bloomfield del Servicio de Salud Pública de los EE. UU. hizo un estudio sobre el problema de Higiene Industrial en Chile. Aunque la encuesta comprendió solamente 21 establecimientos industriales diversos, la información que consiguió el Sr. Bloomfield despert óel interés de muchos chilenos en el ramo de Higiene Industrial.

Posteriormente, la Fundación Rockefeller, que ya estaba cooperando en mejorar las actividades de ingeniería sanitaria, creyó que se podrían reanudar las actividades de higiene industrial dentro del mismo programa y por medio de la Resolución de Octubre de 1950 se suprimió el antiguo departamento de Higiene Industrial y sus facultades pasaron al Departamento de Ingeniería Sanitaria. Con la ayuda de la Fundación Rockefeller se contrataron dos ingenieros y un médico. El Instituto de Asuntos Interamericanos pidió al Servicio de Salud Pública de los EE. UU. los servicios del funcionario que suscribe, y lo mandó a Chile para desarrollar un programa completo de higiene industrial. En 1951 se comenzaron a dictar cursos de higiene industrial en la Escuela de Salubridad de la Universidad de Chile. Estos cursos se dieron a médicos y más tarde a inspectores. El Sr. J. J. Bloomfield, autoridad eminente en higiene industrial, dictó las primeras clases. Estos consistieron en 33 horas de clases y una semana de de práctica en la industria. Desde 1952 los cursos se repitieron, ya como curso normal con duración de 1 semestre y categoría de cátedra separada.

A fin de obtener la especialización necesaria, un ingeniero y un médico obtuvieron becas en la Universidad de Harvard y Pittsburgh respectivamente. Al regresar ellos, en 1952, dos otros ingenieros recibieron becas para la Universidad de Pittsburgh, mientras otro ingeniero recibía una beca para hacer cursos de especialización en el laboratoiro del Instituto de Asuntos

Interamericanos en Lima. El año pasado otro ingeniero fué a la Universidad de Harvard.

Al principio las actividades de higiene industrial se desarrollaron en el Departamento de Ingeniería Sanitaria sin tener prácticamente una organización especial. En Marzo de 1952 fué creado por Resolución la Sección Higiene Industrial, que funcionó bajo la supervisión del suscrito. Algo más tarde, a consecuencia de haberse firmado un nuevo acuerdo entre la Dirección General de Sanidad y el Instituto de Asuntos Interamericanos, o sea en Septiembre de 1952, se creó un Departamento de Higiene Industrial. Con la organización de la Sección Higiene Industrial ya se había comenzado a realizar una labor más sistemática y mejor organizada y, con los datos proporcionados por el Ministerio de Economía y Comercio y con la ayuda de las diversas Jefaturas Sanitarias Provinciales, se preparó un rol industrial completo. Mientras tanto, se había encargado equipo para trabajo en el terreno, laboratorio, vehículos, libros y revistas.

En vista de los varios tipos de riesgos y para poder estar familiarizados con ellos en su gravedad y extensión, se ha hecho un estudio preliminar de 564 establecimientos industriales, con un total de 68.635 operarios. Este grupo fué lo más representativo de la industria fabril en todo Chile. En los formularios utilizados se recogieron datos sobre más de 200 items diversos, que abarcaban saneamiento elemental, servicios médicos y de bienestar, instalaciones de agua potable y alcantarillado, seguridad industrial, higiene industrial, poblaciones y escuelas obreras, etc. Al tabular los datos obtenidos se consiguió una serie de gráficos que revelan en forma muy clara la situación actual de la industria en el país.

De estas tablas y gráficos, tomaremos para este resumen algunos datos que pueden ser de interés:

Poco más de una cuarta parte, 28% para ser más exactos, de los operarios, son mujeres, y un 72% hombres. El grupo de industrias que ocupa un mayor número de obreros es la industria textil, con un 31% del total. Le siguen la industria del cuero y caucho y la metalúrgica, con un 13% cada una. En este estudio no se ha incluído nada de agricultura, pesca, finanzas, seguros y construcción y muy poco de transporte, servicios, minería, servicios fiscales y comercio.

A pesar de lo avanzado de la legislación social en Chile, se ha encontrado que los servicios médicos son muy reducidos. Así, un 46% de los obreros dispone de médico en la industria, generalmente a tiempo parcial, 17% tiene servicio dental, 28% tiene clínica en la misma industria y 10% tiene además atención para sus familiares.

En lo que respecta o botiquines, si bien un 86% de los establecimientos industriales dispone de ellos, menos del 5% de ellos tiene además una persona que conozca su manejo y pueda prestar los primeros auxilios necesarios en caso de un accidente. Generalmente, el botiquín es un armario destinado a productos químicos; en ellos hemos encontrado botellas con ácidos concentrados y paquetes con venenos tan peligrosos como el cianuro de potasio.

El aspecto de saneamiento elemental está totalmente reglamentado. Sin embargo, sólo el 91% de los obreros dispone de servicios higiénicos; apenas el 61% los tiene en número suficiente y nada más que un 28% se mantiene en condiciones que, sólo con bastante benevolencia, se pueden considerar aceptables. 94% dispone de agua potable, pero, aunque la ley los exige, sólo el 9% tiene bebederos higiénicos.

En el aspecto de seguridad industrial, la industria en Chile aún está en pañales. Aparte de las actividades de la Caja de Accidentes del Trabajo, que sólo se preocupa, como es lógico, de sus asegurados, que alcanzan al 40% de la población obrera, la iniciativa patronal y sindical es sumamente reducida. Urge desarrollar una fuerte campaña entre patrones y obreros para mejorar las condiciones de seguridad y para formar la conciencia de que una disminución de los accidentes significa más dinero para el patrón, más vida y bienestar para el obrero y más riqueza para la comunidad entera.

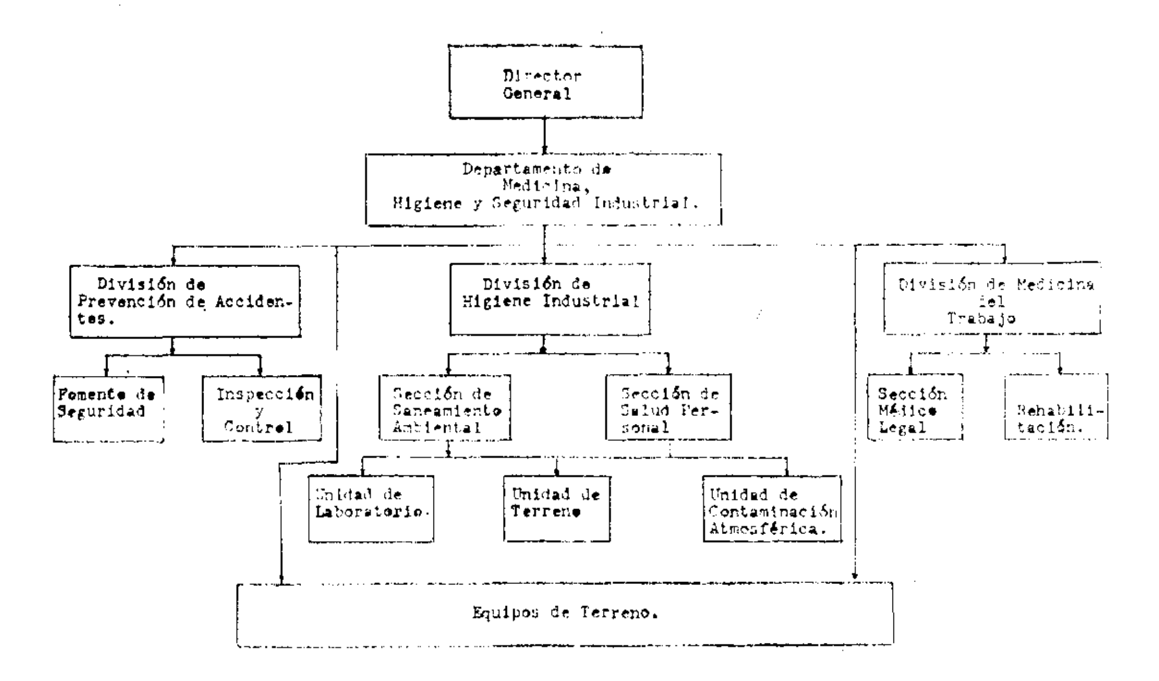
Todo lo dicho para Seguridad Industrial es válido y, con fuertes agravantes, para Higiene Industrial. Al hacer un estudio completo de los diversos riesgos para la salud a que están sometidos los obreros chilenos y de las medidas de control que se utilizan para evitarlos, se encontró que de los 58.435 obreros comprendidos en nuestro estudio, la mayoría de ellos está sometido a dos o más riesgos.

por lo que el total de riesgos-hombres alcanza a 119.240. De ellos, apenas el 7% dispone de protección adecuada. Estas cifras que son bastante elocuentes por sí mismas, ahorran todo el comentario y explican en forma clara por qué el desarrollo de un programa intenso de Higiene y Seguridad Industrial era para el Servicio Nacional de Salud un imperativo inmediato que éste no quiere ni puede rehuír.

Solamente a la terminación de la encuesta preliminar la mayor parte del equipo que había sido pedido más o menos al comienzo del estudio inicial, comenzó a llegar. Debido a que los problemas de higiene industrial y seguridad se han conocido después de la terminación del estudio inicial, se ha desarrollado un plan o programa de trabajo en el cual los problemas más graves debían ser atacados primero. Pero, este plan no se llevó a cabo porque en ese tiempo fué promulgada la famosa Ley 10.383 que daba todas las funciones y atribuciones legales que el Depto. de Seguridad de la Dirección General del Trabajo y el Depto. de Medicina del Trabajo de la Caja de Seguro Obrero al Servicio Nacional de Salubridad.

La reorganización del Servicio Nacional de Salud, que se ha realizado en forma intensiva durante los últimos meses, ha significado un gran recargo de trabajo para el personal técnico de este Departamento, que ha debido asistir a numerosas sesiones para discutir la situación futura del Departamento y sus funciones. Por este motivo, ha disminuído el rendimiento de este período en lo que se refiere a actividades de rutina, lo que se ha hecho más evidente por el gran aumento en el número de solicitudes de ayuda que se han recibido a causa del creciente interés del público en este servicio.

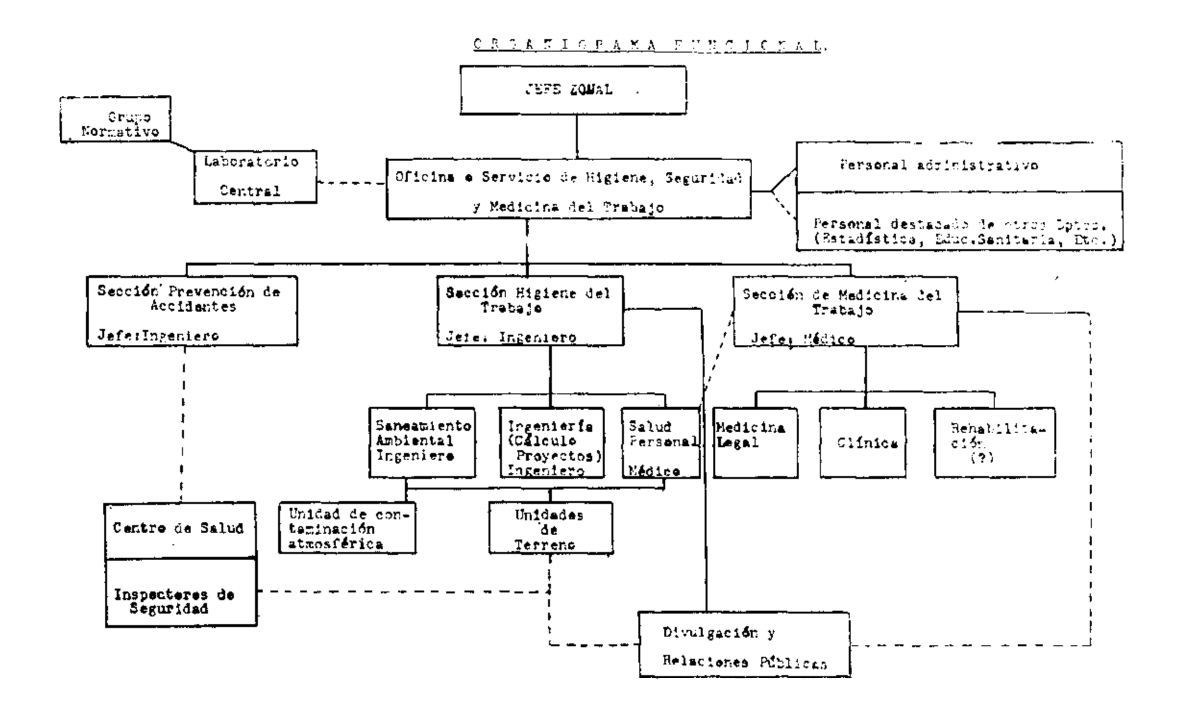
Con la aprobación de la Ley 10.383, Chile es el primer país en todo el mundo que tiene todas las funciones de Seguridad, Higiene Industrial y Medicina del Trabajo, juntas en un solo organismo. Basándose en la idea ya mencionada, el Sr. J. J. Bloomfield promulgó y presentó un plan para el desarrollo de un departamento de Higiene, Medicina y Seguridad Industrial el cual fué aceptado.



Sabemos que higiene industrial es un servicio especializado que requiere conocimientos especiales. Podemos estar seguros de que las diversas fases del programa no pueden ser efectuadas con eficacia por un servicio de salud más pequeño o por oficinas locales de salud del departamento o la ciudad. Fundamentalmente, la higiene industrial es una función del Estado. Las grandes municipalidades con una numero-

sa población industrial y con mayor o menor autonomía, de acuerdo con su estatuto, pueden organizar un departamento de higiene industrial con base análoga al del Estado; pero, la dirección debe provenir del Estado y las principales activdades de higiene industrial quedan dentro del dominio del gobierno del Estado.

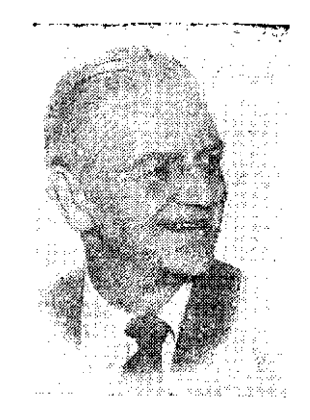
Apesar de lo acertado del Plan Bloomfield, éste fué desechado, según se dijo por razones legales. Se sustituyó por un plan por el cual habría una oficina de higiene industrial o servicio en cada provincia de Chile, o sea un total de 25 servicios separados. Cualquiera que haya tenido experiencia en trabajos con equipo científico se dara cuenta inmediatamente de que su costo es prohibitivo, aún para un país rico. Considerando que Chile no estaba en condiciones de financiar tal programa, el autor ha podido obtener que se modifique este plan, por otro que consulta una gran organización de higiene industrial en la provincia de Santiago, con una oficina zonal en Concepción, que es la región más industrializada del Sur de Chile. Además, se están haciendo planes para la creación de una oficina zonal en Antofagasta.



Este Departamento tiene ahora 10 ingenieros, cinco médicos y tre squímicos. El laboratorio tiene todo el equipo necesario para un laboratorio moderno de higiene industrial. Hay un espectógrafo Beckman, un polarógrafo, un microscopio de último modelo, etc. En realidad el proyecto de higiene industrial ha ocupado más de cinco millones de pesos, osea más de 80.000 dólares en la compra de equipo científico y vehículos.

Hay un núcleo de personal bien entrenado en higiene industrial y en Medicina del Trabajo. No se ha hecho gran cosa en el campo de la seguridad industrial, pero en la actualidad hay 10 inspectores de seguridad que están asistiendo a un curso de seguridad en la Universidad de Chile. Todos los funcionarios del Departamento tienen gran entusiasmo y es la opinión del autor que este programa será todo un éxito siempre que la política los deje trabajar en libertad. Esta opinión está basada en una experiencia de más de tres años en la organización y desarrollo del programa.

Un Laboratorio que no es un Laboratorio



Ing. John Hepler, Asesor Técnico del Instituto de Asuntos Interamericanos

La prevención de las enfermedades y el estado general de la salud se fundamentan en las condiciones ambientales. Si pudiéramos obtener un medio ambiente bueno, desde todos los aspectos sanitarios, seríamos gente sana y nuestros conceptos sobre los datos estadísticos vitales perderían su importancia actual. A pesar de que cada día se da más y más importancia al saneamiento ambiental, ésta, sin embargo va dirigida casi exclusivamente a ciertos sectores poblacionales o al control de ciertas condiciones específicas. Los factores que influyen hacia tal tendencia son varios: concentración poblacional, escasez de personal y de recursos económicos, revelación de los datos estadísticos, expedientes y otras exigencias específicas. Por lo general es la población rural la que resulta abandonada o la que recibe la menor atención.

Reconociendo la falta casi completa de empeño por mejorar el saneamiento del ambiente de las áreas rurales, y debido a la firme convicción de que la gente que vive en tales áreas están tan interesados en mejorar sus condiciones de vida como los que viven en áreas urbanas, se concibió un programa de saneamiento rural que se inauguró en Chile como Proyecto 50 del Departamento Cooperativo Interamericano de Obras de Salubridad. El programa, tal como se planificó, fué presentado en Buenos Aires ante este Congreso y los resultados actuales del mismo serán presentados ante ustedes en este Congreso (1).

Uno de los problemas que también se ha encontrado en este programa es el abastecimiento de agua potable. A excepción de unas pocas concentraciones de personas en comunidades de tamaño suficiente para justificar la construcción de sistemas públicos de agua potable, un sistema individual para cada casa o para cada pequeña agrupación de viviendas llega a ser una necesidad. En la actualidad, en estos casos el abastecimiento de agua se obtiene de canales de regadío o acequias. De vez en cuando se encuentra un pozo de escasa profundidad que llega a la primera napa de agua, pero en la casi totalidad de los casos tales pozos no tienen protección contra la contaminación y el agua se saca introduciendo un balde u otro tiesto en el pozo. El único valor aparente del pozo es que el agua no es turbia o barrosa como el agua del canal de regadío. Por lo tanto, el plan para abastecer de agua potable proveniente de pozos ha presentado numerosos problemas.

Pozos, hincados o perforados, son casi desconocidos en el sector en que opera este proyecto. Falta, además, información sobre las aguas subterráneas y no hay datos geológicos referentes a los estratos superficiales. Se carece de bombas aspirantes u otras para elevar el agua a la superficie. Por lo tanto, no hay información sobre la cantidad o la calidad del agua que podría obtenerse de fuentes subterráneas en este sector, ni de la profundidad a que se le encontraría. El plan de abastecer los hogares de agua de pozo en vez de agua sacada del canal o acequia, tuvo que comenzar con un experimento atrevido. Un equipo para perforar pozos y dos tipos de bombas de mano fueron adquiridas en los Estados Unidos, iniciándose luego los trabajos. Me alegra poder informar que cada intento de obtener un abastecimiento de agua resultó ser un éxito. Se ha logrado, por lo tanto, la provisión de agua por medio de bombas. Sin embargo, en mi ca-

---

(1) «Sesenta Días de Saneamiento Rural en Chile»

lidad de ingeniero sanitario, no estoy satisfecho todavía con la calidad sanitaria del agua. Esta resulta ser clara, fresca y aún mojada, pero no estoy todavía plenamente seguro de que sea sana para el consumo humano.

Nos vimos obligados a cavar los primeros pozos y esto permitió se revelasen las características geológicas de las capas superficiales. Por lo general, la tierra del sector es gredosa con una mezcla abundante de piedras que varían en tamaño desde un huevo de pájaro hasta el de una sandía. Todo este ripio y estas piedras de gran dureza son más o menos redondas ya que han sido desgastadas por el agua en fenómenos geológicos. En los casos en que se deseaba obtener mayor rendimiento se utilizaba el equipo perforador, el que podía quebrar las piedras más grandes. Se contstruyeron así pozos profundos, los que entubados y provistos de rejilla produjeron rendimiento aún mayor que el necesario. Era imposible hincar una cañería con un "well point". En consecuencia, para los abastecimientos individuales se ha continuado la excavación de pozos hasta la primera o segunda napa de agua.

En nuestra larga experiencia hemos aprendido que los pozos cavados son los más difíciles de proteger contra contaminación superficial. Son, por regla general, de escasa profundidad y se abastecen casi siempre del agua de la napa que está más cerca a la superficie. Las letrinas y otras excavaciones dejan llegar con mucha facilidad la contaminación a esta napa y después de excavar un hoyo de aproximadamente dos metros de diámetro, resulta casi imposible rellenar de modo que la tierra quede lo suficientemente compacta para que no llegue el agua de la superficie fácilmente al pozo. Estos son detalles que los textos sobre construcción de pozos mencionan rara vez y en las discusiones en la sala de clases también se pasa por alto la importancia de la colocación y la construcción de los pozos de agua potable. Por estos motivos recomendé que se estableciera un laboratorio para analizar el agua de modo que fuera más fácil establecer los problemas que se presentan. En primer lugar, el laboratorio sería un medio para el entrenamiento del personal de saneamiento en los problemas del abastecimiento de agua subterránea. No se intentaba utilizarlo en análisis de agua, cuyos resultados fueran a ser interpretados a la luz de las normas establecidas para abastecimientos públicos.



El Laboratorio...

El laboratorio mismo, no es complicado ni es lo que un bacteriológo o un técnico en laboratorios consideraría deseable. Pero contiene todos los elementos necesarios para hacer los tests bacteriológicos standard del agua, como también para determinar la concentración de iones hidrógeno, el contenido de hierro, el residuo de cloro y nitrógeno amoniacal. Parte del equipo fué comprado en los Estados Unidos pero el resto pudo ser adquirido en el comercio local y algunos elementos fueron hechos en nuestro taller en el Proyecto. Los únicos instrumentos verdaderos de laboratorio son una una pequeña incubadora y un Hellige Aqua Tester. La estirilización a presión se hace en una olla a presión y la estirilización por calor seco se hace en el horno de una pequeña estufa eléctrica. El resto del equipo incluye unos pocos tiestos de fierro enlozado para lavar los artículos de vidrio, tubos de ensayos y pipetas corrientes, bandejas de alambre y sujetadores de tubos completan el equipo de este pequeño laboratorio.

Los análisis usados son los que se recomiendan en la Novena Edición de los Standard Methods, usando caldo lactosado y Bilis Verde Brillante al 2% para comprobación. Con el objeto de mantener el concepto de que este es un laboratorio de ensayo no oficial y para ahorrar caldos se siembran 3-10 ml, 1-1 ml y 1-0.1 ml y se usan tres tubos de Bilis verde brillante como comprobación.

Una vez establecido el laboratorio se inició el muestreo de los pozos ya construídos. Los resultados, fueron tales como podía esperar una persona conocedora de la construcción de pozos, pero fueron sorprendentes para el personal del Proyecto. La mayoría de los pozos ensayados mostró formación de gas por lo menos en dos diluciones del caldo lactosado; algunos solamente en los 10 ml sembrados y sólo muestras excepcionales fueron negativas en el test presuntivo. Los resultados se hicieron más confusos una vez que se hizo la transferencia a la bilis verde brillante. Algunos pozos que parecían muy de mala calidad en el test presuntivo, perdieron esa interpretación en el test de comprobación. Una muestra que dió positivo en todos los tubos en 24 horas en el test presuntivo, fué totalmente negativa en la comprobación. Algunos que tenían solo dos partes positivas de los 3-10 ml, dieron comprobación positiva, mientras que otros que se presentaban igualmente desfavorables en el test presuntivo, perdieron algunos de sus malos aspectos en la comprobación.

Aunque estos resultados eran confusos en un comienzo, cada muestra constituyó una lección objetiva y una oportunidad para discutir la causa probable de la contaminación. Los métodos de construcción adquirieron nuevo valor. Se dió mayor importancia a la facilidad con que puede penetrar la contaminación del suelo alrededor de los pozos. La ubicación de las fuentes de contaminación tales como pozos sépticos y letrinas, recibió mayor atención y se dió más importancia a la necesidad de proteger mejor el área superficial como por ejemplo el alejamiento de las aguas servidas. En otras palabras se está empezando a dar mayor atención a la importancia que merece la situación de un pozo y los métodos de construcción si se quiere abastecer de agua pura para mejorar el nivel de salud.

En cuanto al laboratorio bacteriológico mismo, parece llegada la oportunidad para hacer algunos comentarios relacionados con su objeto y su importancia como fuente de información acerca del agua potable.

Desde que se publicó la primera edición de "Standard Methods" para el análisis de agua, se ha subrayado la importancia de facilitar el método más seguro para determinar la calidad de un abastecimiento de agua de día en día y de mes en mes. Para hacer que los resultados sean matemáticamente aceptables y establecer una base de comparaciones se comenzó a usar el número más probable. Hoy, no se nos ocurriría supervigilar los abastecimientos de agua potable sin contar con un laboratorio bacteriológico establecido para el ensayo rutinario de muestras de esos abastecimientos.

Aunque el procedimiento de este análisis puede ser aplicado a cualquier muestra de agua de cualquier fuente, los Standards Methods jamás han intentado establecer un criterio para juzgar un abastecimiento de agua con una sola muestra, o sobre la base de muestreo ocasional y esporádico. La forma de interpretación de los resultados sólo se aplica a una fuente de abastecimientos bajo muestreo regular y continuado. Por lo tanto, el procedimiento interpretativo descrito es de poco valor para determinar la calidad de agua de pozos de propiedad particular que se sometan a ensayo ocasionalmente por sospechas de que el agua fué la causa de enfermedades.

Si observamos el análisis mismo, debemos comprender que no se presta para ser usado ni siquiera para determinar la seguridad diaria de un abastecimiento de agua. Lo mejor que el análisis puede darnos es proporcionar un registro estadístico. Si para un abastecimiento natural de agua sin tratamiento obtenemos un control diario de muestras libres de contaminación, nos podría significar una seguridad de la pureza del abastecimiento. En caso que el abastecimiento sea tratado, un largo período de ensayos negativos puede darnos confianza en el tratamiento y en el personal que lo supervisa. El método que se emplea para hacer el análisis lo elimina como análisis para el control diario de la eficacia del tratamiento. Cualquier análisis que requiere 48 horas por lo menos y, por lo general 72 horas en la incubadora y de 5 a 10 días desde el momento de tomar la muestra hasta que se recibe el informe de laboratorio, no tiene valor para determinar la pureza del agua para bebida y para usos culinarios, excepto como estadística cronológica. Para un sistema público de agua que esté bajo supervisión y control, esta estadística cronológica es esencial. Como análisis

para un abastecimiento individual de agua, con el objeto de determinar la posible pureza del agua que se bebe, no tiene por lo tanto valor, desde que tales abastecimientos no pueden ser ensayados en forma rutinaria.

De lo anterior podría creerse que no confío en el análisis o en el laboratorio bacteriológico ni veo su utilidad lo cual no es efectivo. Lo que he dicho sólo tiende a colocar al laboratorio en el sitio que le corresponde dentro del campo del saneamiento. Lo considero una herramienta más para el ingeniero sanitario y para el inspector sanitario, herramienta que ellos usarán lo mismo que el médico usa el laboratorio de patología como ayuda en el diagnóstico de una enfermedad. El personal de saneamiento puede aprender la técnica de hacer ensayos y llevar un estadística de los resultados con mucha facilidad y rapidez. Bajo una dirección adecuada y por medio de la experiencia, aprenderán a interpretar los resultados y a aprovecharlos en su trabajo. Los análisis que son negativos en 24 horas, pero positivos en 48 horas, tendrán un significado diferente de los que son positivos en 24 horas; los análisis positivos en porciones 10 ml, pero no en 1 ml o 0.1 ml, adquirirán un significado; los tests positivos en 24 horas y negativos en la comprobación, no serán desconcertantes. Escherichia Coli y Aeorobacter Aerogenes pasarán a ser algo más que simples nombres. Con esta herramienta nuestros empleados sanitarios tendrán que llegar a ser empleados sanitarios de mayor eficiencia y de mayor valor para el servicio.

Bases para un Plan Común de Ingeniería Sanitaria de los Países Latinoamericanos



*Ing. **Julio César Monreal Bello**, Ingeniero del Departamento de Estudios, Dirección de Obras Sanitarias*

INTRODUCCION.

Con mucha frecuencia se han hecho resaltar las diferencias que presentan los problemas sanitarios de las distintas repúblicas latinoamericanas. Así por ejemplo: se ha destacado el contraste que hay entre la escasa importancia que el paludismo tiene en los países de clima templado, y las enormes cifras que alcanza en las regiones tropicales, donde reduce a la impotencia a millones de individuos; se ha citado el caso de regiones donde las parasitosis intestinales, provocadas por la contaminación del suelo, son tan frecuentes que prácticamente los únicos que no padecen la enfermedad son los niños de pecho que están en la cuna, oponiéndolo al de otras regiones en que este mal no constituye ningún problema; se ha hecho notar que en algunos países aún es endémica una enfermedad tan rara en nuestra época como la lepra, en tanto que en otros no se ha presentado nunca.

Basándose en discrepancias como éstas, las más de las veces debido a factores de orden climatérico o demográfico, se ha creído demostrar que hay diferencias de fondo entre los problemas de saneamiento ambiental de estos países; las que obligarían a adoptar métodos totalmente diferentes al abordar su solución; impedirían el desarrollo de planes de conjunto y una acción coordinada por parte de sus Ingenieros Sanitarios; y harían poco beneficiosa cualquiera forma de intercambio de experiencias al respecto.

Es indudable que estas diferencias tienen importancia. En efecto, no puede desconocerse el hecho de que mientras los Ingenieros Sanitarios de algunos países deben concentrar casi todos sus esfuerzos en acciones tendientes a modificar el medio ambiente para destruir los focos de propagación de los zancudos transmisores del paludismo, otros pueden dedicar su actividad de preferencia a combatir la tifoidea a través de una protección de los cursos de agua. Tampoco pueden pasarse por alto las diferencias climatéricas o demográficas: las primeras son sobradamente conocidas; en cambio las últimas han comenzado a estudiarse sólo recientemente desde el punto de vista que interesa a la acción sanitaria, habiéndose comprobado que la composición demográfica de los países latinoamericanos es muy variada, no sólo desde el punto de vista de la formación étnica, sin también en cuanto a distribución por edades y por ocupaciones.

La observación de situaciones como éstas ha sido, sin embargo la causa de que en ciertos casos se llegue a conclusiones no del todo correctas, como aquellas que han permitido afirmar que algunos países latinoamericanos están en una etapa más avanzada de saneamiento ambiental que otros, o que en algunos de ellos la misión del Ingeniero Sanitario ha sido ya cumplida para dar paso a la del Médico.

Más inconsecuentes aparecen estos razonamientos, si se tiene en cuenta la notoria tendencia que prevalece, con raras excepciones, en los países latinoamericanos, a aplicar a sus problemas sanitarios los métodos empleados en los Estados Unidos, los que, si bien es cierto que en su aspecto técnico han llegado a un alto grado de perfección, no lo es menos que, en sus aspectos social, organizativo y educacional no pueden ser aplicados a los países latinoamericanos sin modificaciones sustanciales.

Hay, pues, una notoria contradicción entre las conclusiones basadas en las diferencias entre los problemas sanitarios

de los diversos países latinoamericanos y la tendencia a aplicar en todos ellos prácticas extrañas. Aún cuando sería posiblemente exagerado afirmar que esta falta de unidad entre la idea y la acción haya producido daños graves, ya que todas las realizaciones de la Ingeniería Sanitaria en estos países destruirían tal aseveración; no cabe duda alguna que, de un análisis de los hechos y circunstancias que han originado esta contradicción, se podrá, con toda seguridad, obtener conclusiones que permitan hacer algunas rectificaciones beneficiosas.

Este trabajo tiene por principal objeto hacer dicho análisis desde diversos ángulos, a través de toda la información que al efecto pueda obtenerse, para en seguida establecer un programa de acción que esté en concordancia con una interpretación plausible de los hechos. Para ello se ha adoptado en líneas generales el siguiente plan:

En primer lugar, se han acopiado cifras epidemiológicas que permiten concluir que no existen diferencias fundamentales entre los problemas del resorte del Ingeniero Sanitario en los distintos países latinoamericanos, y que en cambio las hay muy notorias entre el conjunto de éstos por una parte, y Canadá y Estados Unidos por otra.

Una vez establecida la existencia de estos dos grupos de países, se allegan nuevas cifras que dan motivo para afirmar que, tras las diferencias de carácter cuantitativo que descubren los anteriores datos estadísticos, se ocultan otras diferencias más profundas de carácter cualitativo.

Comprobado esto, se va más a fondo y se procura desentrañar las causas de estas diferencias cualitativas, presentando para ello un nuevo grupo de datos estadísticos, que permiten atribuir las discrepancias a diferencias en el nivel de vida de los países.

Todo lo anterior que constituye el primer Capítulo de este trabajo, prácticamente agota el análisis de las cifras. Para abordar el problema desde otro ángulo, se intenta en el Capítulo Segundo, un análisis crítico de algunos factores de carácter psicológico.

En el Capítulo Tercero, sobre la base de las conclusiones de los dos anteriores, se hace un estudio de las tareas previas a la formulación de un plan latinoamericano de Ingeniería Sanitaria, el cual parece surgir como un imperativo del momento histórico actual; para terminar finalmente en el Capítulo Cuarto, ofreciendo un ejemplo concreto de la forma que en un aspecto del problema podría tomar dicho plan.

Antes de entrar en materia, es conveniente hacer algunas aclaraciones:

1.º—Se ha procurado, a lo largo de todo el trabajo mantener la mayor objetividad posible, especialmente en lo relativo a datos numéricos y estadísticos. Si se echa una mirada a los distintos cuadros de cifras, se podrá observar que hay en ellos varios casilleros vacíos, o que faltan en ciertos casos datos sobre algunos países. Esto se debe a que, aún a costa de sacrificar la presentación del trabajo, se ha preferido no colocar un dato cuando su exactitud ha parecido dudosa.

2.º—Se ha recurrido, para la obtención de valores estadísticos, a las publicaciones de la Organización Mundial de la Salud, u otras instituciones de igual autoridad y prestigio, (aún cuando en algunas ocasiones sobran motivos para suponer que algunas cifras dadas por ellas son erróneas), por estimarse que todo estudio comparativo debe iniciarse sobre la base de datos universalmente aceptados, los que podrán ser corregidos sólo posteriormente en la medida en que nueva información adicional lo justifique.

3.º—Las conclusiones que en el Capítulo Primero de este trabajo se extraen del material estadístico, no pueden pretender un alto grado de rigor; no lo permiten ni la naturaleza del problema, ni la cantidad de los datos, ni la precisión de las cifras; deben considerarse, por lo tanto, tan sólo como tesis probables sometidas a discusión. Lo mismo puede decirse con respecto a algunas reflexiones sobre diversos problemas relacionados con la actividad del Ingeniero Sanitario, que se hacen en los capítulos segundo y siguientes.

CAPITULO PRIMERO

Los problemas de Ingeniería Sanitaria en las Américas.

A) Aspectos epidemiológicos:

En el cuadro N.º 1 se han agrupado las cifras de morbilidad en las tres Américas durante los años 1947, 1948 y 1949,

obtenidas del último Boletín Oficial de la Organización Mundial de la Salud., relativas a las principales enfermedades transmisibles sobre las cuales la acción preventiva del Ingeniero Sanitario tiene una influencia en mayor o menor medida decisiva. En este cuadro llaman la atención algunos hechos que es útil aclarar antes de analizar las cifras.

En primer lugar, como observación de carácter general, cabe hacer notar que las estadísticas sanitarias rara vez traducen fielmente la realidad. Entre las principales causas de error están: la dificultad de obtener la notificación de todos los casos al organismo encargado de elaborar la estadística, aún cuando exista la obligación legal de hacerlo; la inexistencia de sistemas universalmente adoptados para la designación, clasificación y agrupación de las enfermedades; la tendencia de algunos gobiernos, por razones de prestigio, a ocultar las cifras que revelan las condiciones de abandono en que se encuentran algunos sectores de la población.

Fuera de estas limitaciones de carácter general, el cuadro adolece de otros defectos entre los cuales se destacan los siguientes: faltan datos con respecto a algunos países, especialmente Nicaragua, Honduras, Paraguay, Panamá y Bolivia, que no los proporcionaron oportunamente a la Organización Mundial de la Salud; para ciertas enfermedades (fiebre amarilla, fiebres recurrentes) algunos países dan los datos de mortalidad en lugar de los de morbilidad; en algunos casos las cifras se refieren a sólo parte del territorio de los respectivos países, debido a que hay en ellos zonas en que no hay facilidades para un control adecuado (en esta forma presentan algunos datos Brasil, Ecuador, El Salvador, Perú y Venezuela); ciertas enfermedades aparecen agrupadas (disentería bacilar con disentería amibiana, tifoidea con paratifoidea, tifo exantemático epidémico y endémico) debido a que las estadísticas de algunos países no hacen diferencias entre ellas.

Las deficiencias del cuadro N.º 1 que se anotan en los dos párrafos anteriores, dificultan en algunos casos las comparaciones, e indudablemente limitan la utilidad que puede obtenerse de él. Sin embargo, dada la autoridad del organismo que ha recopilado y publicado los datos que han permitido elaborarlo, es por el momento el panorama más completo que puede ofrecerse de la epidemiología de las enfermedades y las regiones que abarca.

Es conveniente hacer algunas observaciones relativas al criterio que se ha tenido para seleccionar las enfermedades que aparecen en el Cuadro: se ha incluído, para los efectos de comparaciones entre la labor del Ingeniero y el Médico Sanitarios, la viruela, enfermedad en cuya prevención, poca ingerencia directa les cabe al Ingeniero Sanitario, ya que las medidas preventivas se basan casi exclusivamente en métodos y técnicas del resorte de la Medicina; se han omitido algunas enfermedades como la brucelosis, la filariasis y las parasitosis intestinales, debido a que no tienen sino una importancia secundaria, ya que, o bien afectan a zonas geográficas muy reducidas, o sólo se presentan en forma ocasional o con tasas muy bajas de morbilidad (todas ellas acusan tasas más bajas que las fiebres recurrentes y la fiebre amarilla, que se han incluído en el cuadro).

Puede llamar la atención el hecho de que el cuadro incluya sólo enfermedades transmisibles, omitiéndose por completo las enfermedades profesionales, que en cierto modo son el resultado de condiciones desfavorables del ambiente, y omitiéndose también algunas enfermedades producidas por artículos alimenticios de mala calidad. La explicación de esto es clara: excepto datos parciales de algunas regiones de los Estados Unidos, no hay estadísticas de ninguna especie al respecto. Sin embargo, los pocos datos disponibles permiten afirmar que, como tendencia general, las cifras correspondientes a estos tipos de enfermedades, son altas allí donde lo son las relativas a las enfermedades transmisibles incluídas en el cuadro.

Aclarados estos puntos, se puede tratar de obtener algunas conclusiones a través de un estudio de los datos numéricos del cuadro. Se observa, entre otras cosas, lo siguiente:

En la mayoría de los países en que se presenta el paludismo, hay una tendencia marcada a su disminución. Esto es particularmente notable en los Estados Unidos, en donde el número de nuevos casos se reduce enormemente de año en año, de tal modo que los producidos en 1949 son tan sólo la cuarta parte de los producidos en 1947. Esto se debe a que desde la ter-

CUADRO N° 1

MORBILIDAD POR ENFERMEDADES TRANSMISIBLES EN AMERICA
NUMERO DE CASOS POR CADA 100 000 HABITANTES

	AÑOS	PALUDISMO	TIFO EPIDEMICO Y ENDEMICO	FIEBRES RECURRENTES	TIFOIDEA Y PARATIFOIDEA	DISENTERIA BACILAR Y AMIBIANA	PESTE BUBONICA	VIRUELA MAYOR Y MENOR	FIEBRE AMARILLA
ARGENTINA	1947	431,1	0,104		45,5		0,03	0,3	0,000
	8	174,7	0,167		38,4		0,09	1,0	0,007
	9	37,9	0,015		29,5		0,00	3,7	0,000
BELICE	1947				115,2	186,9			
	8				75,4	97,2			
	9	5340,2			100,0	76,1		1,7	
BRASIL	1947	761,3	0,243		15,7	2,6	0,20	1,9	0,005
	8	514,8	0,243		17,2	2,2	0,87	2,9	0,005
	9	250,2	0,238		15,6	1,8	0,21	1,5	0,011
CANADA	1947	0,1	0,017		6,1	2,3			
	8	0,0	0,009		4,9	1,5			
	9	0,0	0,001		6,6	2,1			
COLOMBIA	1947	559,3		0,29				51,6	0,641
	8	941,8		0,28				77,4	0,612
	9	1050,4		0,20				31,9	0,418
COSTA RICA	1947	1820,1	14,20		47,7				
	8	1070,0	5,29		24,3				
	9	1244,7	8,00		24,4				
CUBA	1947	31,2	0,146	0,02	39,5			0,00	
	8	17,5	0,249	[illegible]	25,2			0,02	
	9	20,4	[illegible]	0,02	21,8			0,06	
CHILE	1947	0,1	12,3		60,7	1,3		0,00	0,000
	8	0,1	21,0		61,4	1,2		0,10	0,017
	9	0,0	9,5		59,0	1,1		0,07	0,000
ECUADOR	1947	209,3	20,5		54,2	108,1	0,678	97,01	
	8	[illegible]	14,4		39,5	100,5	1,290	116,53	
	9	209,8	10,6		42,9	106,2	0,614	21,32	
ESTADOS UNIDOS	1947	11,1	0,019	0,00	3,0	21,7	0,001	0,13	
	8	7,1	0,015	0,00	2,7	31,8	0,000	0,04	
	9	3,2	0,011	–	3,0	39,8	0,002	0,04	
GUATEMALA	1947	1755,3	11,41		27,3	167,5		0,31	
	8	1373,4	5,93		24,5	137,0		0,17	
	9	1059,7	1,66		25,1	114,0		0,11	
HAITI	1947	614,4			14,0	15,1			
	8	734,6			17,4	18,0			
	9	958,0			13,8	24,1			
GUAYANAS	1947	3180,4			156,2	115,2			0,167
	8	1833,3			151,5	101,5			0,000
	9	1494,7			109,5	85,3			0,000
JAMAICA	1947	·	2,665		114,5	18,5			
	8	1030,0	1,500		89,6	2,0			
	9	1092,3	1,083		52,3	1,0			
MEJICO	1947	453,4	10,79		29,0	75,9		5,31	
	8	443,4	9,44		25,2	82,0		7,27	
	9	346,7	7,54		28,4	79,3		5,00	
PERU	1947	700,2	23,51		54,7	117,1	2,390	7,35	0,055
	8	548,3	25,49		45,2	110,4	1,000	97,30	0,014
	9	418,2	25,11		43,4	98,7	0,632	[illegible]	[illegible]
PUERTO RICO	1947	195,5	2,65		19,1	4,8			
	8	64,9	1,85		17,9	4,0			
	9	17,7	2,20		15,3	3,1			
SALVADOR	1947	690,3	0,111		15,8	58,7			
	8	667,2	0,156		10,0	54,8			
	9	956,4	0,556		15,9	66,0			
STO. DOMINGO	1947	152,1							
	8	93,9							
	9	66,1							
URUGUAY	1947	0,1			35,7			14,18	
	8	0,0			36,7			0,00	
	9	0,0			18,4			0,59	
VENEZUELA	1947	128,7	[illegible]	1,77	42,1	310,0	0,000	122,0	[illegible]
	8	79,0	5,48	3,07	60,7	476,7	0,179	145,5	[illegible]
	9	51,7	6,07	2,23	41,7	976,4	0,051	94,0	0,000
ZONA DEL CANAL	1947	1655,0	36,70		36,7	270,2			
	8	653,1	23,51		30,0	250,1			
	9	386,3	43,28		33,3	217,4			

minación de la última guerra mundial han cambiado totalmente las técnicas para prevenir esta enfermedad; ya no son necesarias las grandes obras de drenaje y desecamiento que había que construir hace algunos años para destruir las larvas de los zancudos, y ha pasado a tener importancia fundamental el empleo de insecticidas para combatir el zancudo adulto. En 1936, el costo de una campaña antipalúdica era de 0,5 a 4,0 o más dólares por persona protegida, en circunstancias que se estimaba que para hacer practicables las medidas de control de la enfermedad en una población de las características corrientes de la zona tropical, su costo debía ser inferior a 0,1 dólar por persona. Hoy día, los nuevos métodos pueden aplicarse en forma tan económica que hay muy pocas comunidades, por pobres que sean, que no puedan sufragar los gastos. En una publicación reciente de la Fundación Rockefeller, se afirma que, sin exagerado optimismo, se puede decir que está cercano el día en que el paludismo será una enfermedad de rara aparición. Esto demuestra que, sin desconocer la importancia social y económica que tiene actualmente para algunos países la existencia de un gran número de casos de paludismo acumulados a lo largo de varios años, se trata de un mal que puede considerarse como transitorio, y que tiende a ser reducido a expresiones mínimas como consecuencia de las nuevas técnicas para combatirlo. No hay razón, en consecuencia, para deducir, a través de un análisis de las cifras de morbilidad por paludismo, que haya una diferencia fundamental en la forma en que el problema debe ser abordado en los distintos países latinoamericanos.

Las cifras relativas a tifoidea y paratifoidea, (enfermedades con respecto a las cuales está comprobada con toda certeza la relación estrecha que su prevención tiene con la acción del Ingeniero Sanitario, a través de su labor de construcción de abastos de agua potable y saneamiento de cursos y masas de agua, y de control sobre artículos alimenticios), ofrecen mucha variación de un país a otro; sin embargo, es notable la baja tasa con relación a la población que presentan Estados Unidos y Canadá. Puede comprobarse, en efecto, que Estados Unidos, con una población cerca de siete veces superior a la de su vecino Méjico, presenta menos casos que este último. Más notable es aún el contraste si se hace la comparación con algunos otros países de menos población que Méjico, como Chile o Perú. Así, en líneas generales, se puede decir que, en lo que a estas enfermedades se refiere, los países de las tres Américas pueden clasificarse en dos niveles, uno de baja y otro de alta morbilidad. En el primer grupo están Estados Unidos y Canadá, y en el segundo todos los países latinoamericanos. Es bien conocido el enorme esfuerzo que en Estados Unidos se ha hecho a través de varios años para reducir a cifras tan bajas la morbilidad por tifoidea y paratifoidea, a través de una acción decidida en todos los frentes de ataque; y es conocida también la influencia relativa que en las distintas etapas de esta lucha han tenido las medidas preventivas de diferente orden. Así por ejemplo: en la actualidad, en que en ese país el agua de bebida y los alimentos están debidamente controlados como agentes transmisores, y en que existen vacunas bastante efectivas, se ha podido comenzar a ejercer un control individual sobre las personas portadoras del microbio causante de la enfermedad. Hoy día pues, en Estados Unidos, el control lo comparten entre el Ingeniero y el Médico Sanitario. Ninguno de los países latinoamericanos ha llegado a esta situación en el control de la tifoidea y la paratifoidea, encontrándose todos ellos en la etapa previa de poner una barrera a los agentes y medios físicos de transmisión. Se llega, pues, a través de este análisis a la conclusión de que las cifras de morbilidad por tifoidea y paratifoidea no dan lugar a hacer diferencias entre los países latinoamericanos, y que permiten por el contrario afirmar que éstos se encuentran todos en una misma etapa en la lucha contra esas enfermedades, y que en cambio, Estados Unidos y Canadá se encuentran en una etapa más avanzada.

Los datos correspondientes a disentería, (que en sus dos formas principales puede ser adquirida, al igual que la tifoidea, por la ingestión de agua o alimentos contaminados, pero que además es transmitida con mucha frecuencia por las moscas), permiten inferir que su ocurrencia está más influenciada por factores climatéricos y demográficos que por la acción sanitaria preventiva, ya que muchos de

los países en que se presenta con tasa baja no se caracterizan por su grado de adelanto en cuanto a acción contra los factores ambientales adversos, único medio de lucha contra esta enfermedad en la esfera preventiva, dado el hecho de que no se han descubierto aún vacunas efectivas. Desde el punto de vista del Ingeniero Sanitario, no es posible hacer distinciones entre los diversos países basándose en las cifras relativas a esta enfermedad, ya que las labores preventivas que para combatirla habría que llevar a cabo, a través de un control sobre los artículos alimenticios, los cursos de agua y los focos de propagación de moscas, son tareas primordiales de los Ingenieros Sanitarios, impuestas por muchas otras razones, independientemente de las cifras que arrojen las estadísticas relativas a la disentería.

El tifo epidémico y el endémico, al igual que las enfermedades anteriores, deben ser combatidos a través de la lucha contra los agentes transmisores y sus focos de propagación; sin embargo, su ocurrencia obedece a una causa más honda que la presencia accidental de éstos, cual es el estado general de pobreza de las agrupaciones en las cuales prevalecen. Es significativo que estas enfermedades se presenten en casi todos los países latinoamericanos con tasas relativamente altas, lo que permite distinguir aquí también los mismos dos grupos de naciones con distinto grado de avance en la acción sobre los factores ambientales: Estados Unidos y Canadá por una parte y los países latinoamericanos por otra. Así como la prevalencia de la tifoidea y la paratifoidea tiene una de sus principales causas en la contaminación de las aguas, y pueden sus cifras de morbilidad ser, en consecuencia, enormemente reducidas a través de la ejecución de obras de purificación o protección de éstas; así también el tifo epidémico y el endémico deben en gran parte su ocurrencia, por lo menos en forma indirecta, al hacinamiento de personas en las viviendas, de modo que es lógico presumir que sus cifras de morbilidad se verán también grandemente rebajadas cuando se pueda proporcionar a toda comunidad las condiciones que le permitan vivir en forma más desahogada e higiénica. Se ve, así, que no es ajeno al Ingeniero Sanitario el problema de la vivienda, y que en esta profesión no puede establecerse una separación entre problemas técnicos y sociales.

La fiebre amarilla, en sus dos variedades, urbana y selvática, es una enfermedad que merece consideración especial. Las medidas de control han permitido reducirla a límites increíbles, como lo demuestra el hecho de que en Las Antillas, Méjico, Estados Unidos, Chile y otros países, prácticamente no se hayan presentado casos desde 1925 o antes, correspondiendo los pocos que figuran en las estadísticas a enfermos que habían contraído la infección en otras regiones. Sin embargo, el zancudo transmisor se encuentra aún en todos los países nombrados, y la variedad selvática de la enfermedad es epizoótica en los primates y posiblemente otros animales silvestres de casi todos los países de América del Sur. En consecuencia, la no existencia de casos conocidos de la enfermedad en seres humanos de una agrupación determinada no significa necesariamente que no exista un peligro latente de que se desarrolle en cualquier instante una epidemia, sobre todo en regiones en que la población no esté vacunada. Es por esto que en una reciente publicación de la Oficina Sanitaria Panamericana se ha planteado como tarea urgente, la puesta en marcha de una campaña continental para reducir el zancudo transmisor de este mal, llevada a cabo por todos los países latinoamericanos, bajo los auspicios de la citada Oficina, la que se encargaría de reunir al personal necesario y de formar técnicos para la ejecución de los trabajos, entre los que se incluirían Ingenieros y Médicos Sanitarios.

La peste merece comentarios similares a la fiebre amarilla en cuanto a la necesidad de acción coordinada de todos los países, en especial para resolver los problemas relativos a cuarentena y control fronterizo. Aún cuando las cifras estadísticas relativas a esta enfermedad son bajas, los Ingenieros Sanitarios tienen con respecto a ella una importante labor por realizar, ya que entre las medidas preventivas más efectivas están la de exterminio de ratas y sabandijas, y la de transformaciones de las viviendas para dejarlas a prueba de ratas.

Con respecto a la viruela, cabe observar que casi toda la responsabilidad de la acción preventiva directa recae sobre el médico sanitario; en efecto, fuera de que

existe una vacuna preventiva de bastante efecto, la transmisión de la enfermedad se produce casi exclusivamente por contacto directo con enfermos o con objetos o personas recién contaminados con secreciones de aquéllos. Esto significa que no cabe acción directa del Ingeniero Sanitario; sin embargo, no se puede decir lo mismo de su acción indirecta, lo que se aprecia mejor si se echa una mirada a algunas características de la distribución de la enfermedad en el espacio y en el tiempo. No es necesario recordar que, como el cólera, hoy totalmente desaparecido de las Américas, esta enfermedad hacía en tiempos remotos estragos en todo el globo; basta tan sólo referirse a treinta años atrás en que era endémica en toda Sud América, y sus brotes epidémicos producían una enorme mortandad en países en que ahora está casi totalmente eliminada, como es el caso de Chile, en el cual las pocas ocurrencias actuales de la enfermedad se deben a rupturas ocasionales del cordón sanitario fronterizo. Por otra parte, es sabido que en muchos países la enfermedad no ha sido aún reducida al bajo nivel que en Chile. En este último se ha llegado a la situación actual, gracias a campañas intensivas de vacunación y a una serie de medidas de carácter técnico-administrativo, como cuarentenas, notificación y aislamiento inmediato de los nuevos casos, pesquisas de las fuentes de infección, y exigencia de certificados de vacuna a personas que viajan en ciertas circunstancias. Pero no puede desconocerse que simultáneamente ha habido otra influencia favorable que ha pasado desapercibida porque corresponde a una acción sobre el medio que no ha tenido como fin primordial prevenir la viruela: es la atenuación progresiva durante los últimos treinta años de las condiciones subhumanas de higiene en que vive gran parte de la población urbana y rural, lo que ha hecho indudablemente más difícil la propagación explosiva de los focos que podía observarse antes en Chile, y que aún se observa, a pesar de la vacuna, en otros países latinoamericanos. Es evidente que en este mejoramiento ambiental, que por lo demás ha sido insignificante comparado con las necesidades, no ha jugado hasta ahora un papel consciente el Ingeniero Sanitario; sin embargo, está llamado a jugarlo muy importante una vez que se le conceda la ingerencia que le corresponde en problemas técnico-sociales como el de la vivienda, al que ya se ha hecho referencia a propósito del tifo exantemático. Ninguno de los países de las Américas le ha dado aún amplitud en este sentido a la labor del Ingeniero Sanitario de modo que no se puede a este respecto hacer distinciones entre ellos.

Sobre las fiebres recurrentes, sólo hay que decir que fueron incluídas en el Cuadro para presentarlas como un ejemplo de enfermedades de escasa importancia en un panorama general de la epidemiología de las Américas.

B) Distintas etapas en el saneamiento ambiental.

El estudio detallado que se acaba de hacer de la visión panorámica ofrecida por el Cuadro N.º 1 lleva a la conclusión de que no hay diferencias fundamentales entre los países de las tres Américas, salvo en lo que se refiere a dos grupos de enfermedades: el de la tifoídea y el del tifo exantemático. En estos dos casos, los valores relativos de las cifras estadísticas permiten agrupar los países en dos niveles: Estados Unidos y Canadá en un nivel alto, y todos los demás países en otro nivel más bajo.

Se han avanzado en párrafos anteriores algunas explicaciones de esta diferencia, las que, de confirmarse, permitirían asegurar que los dos niveles que acusan las cifras estadísticas corresponden en realidad a distintas etapas de adelanto en las labores de saneamiento ambiental. Se ha afirmado, por ejemplo, que la baja cifra que en tifoídea presentan los Estados Unidos, se explicaría por el grado de efectivo control a que se ha llegado sobre la calidad de las aguas de bebida y residuales, situación a la que no ha llegado ninguno de los países latinoamericanos. Esta aseveración se ve plenamente confirmada por las cifras del Cuadro N.º 2.

En este Cuadro se han agrupado los datos que, de distintas fuentes, todas ellas dignas de confianza, han podido obtenerse, sobre el porcentaje de población que en diversos países está debidamente abastecida de agua potable, o puede eliminar

sus aguas servidas o heces en forma sanitaria. Es conveniente, antes de hacer deducciones analizar las limitaciones del Cuadro.

Llama ante todo la atención el hecho de que no figuren en él todos los países y que en los que se incluyen falten algunos datos; esto se debe a que nunca se han efectuado encuestas ni censos sobre esta materia en la mayoría de los países. El único en que se ha hecho un inventario sistemático al respecto es Estados Unidos, habiéndose publicado los resultados en el folleto titulado "Nation-wide Inventory of Sanitation Needs", editado por Public Health Reports, en Abril de 1948. Un ejemplo de lo incompleto de las encuestas lo da el caso del Brasil, con respecto al cual la publicación que da las cifras para toda la nación deja establecido que éstas fueron determinadas a base de una extensión a todo el país de los valores obtenidos para uno de los Estados que se consideró representativo de la nación entera. En el caso de Chile, tres entidades distintas dan diferentes cifras, habiéndose elegido para el Cuadro las proporcionadas por aquella que había razones para estimar mejor informada que las demás.

Otros defectos del Cuadro son los siguientes: las encuestas que figuran, han sido hechas en distintas fechas, dentro de un lapso que abarca los últimos diez años; los criterios para fijar el límite entre población urbana y rural no han sido siempre los mismos, ya que en algunos casos se fijan como límite los conglomerados de 100 habitantes, en otros los de 1.000, y en otros finalmente no se especifica el límite.

A pesar de todas las deficiencias anotadas, se pueden obtener del Cuadro varias conclusiones valiosas, ya que felizmente se presentan algunas circunstancias favorables, una de las cuales es la de que se hayan podido obtener datos casi completos de los países latinoamericanos más adelantados en el aspecto que se desea analizar.

Se observa en el Cuadro, de inmediato, lo siguiente: los Estados Unidos sobrepasan en gran medida a todos los países latinoamericanos en porcentaje de habitantes favorecidos, y Canadá también los supera, aunque en menor grado. Como, de acuerdo con el Cuadro, del grupo de los países latinoamericanos el más adelantado es Chile, y del otro grupo el que presenta resultados más completos es Estados Unidos, puede la comparación limitarse a estos dos países, como representantes de los dos niveles a que se ha hecho referencia en párrafos anteriores. Se observa así que mientras en Estados Unidos hay sólo un 2,5% de la población urbana que no tiene agua potable y un 6,9% de la misma que no dispone de medios para una eliminación sanitaria de las aguas servidas y las heces; en Chile estos porcentajes son 28,0% y 59,0%, respectivamente; es decir, más de 11 veces mayor el primero y más de 8 veces mayor el segundo. Este hecho es de enorme importancia, pues, como es sabido, las posibilidades de transmisión de una enfermedad pueden considerarse, sin desconocer por supuesto la influencia de otros factores, como proporcionales a los contactos con las fuentes de contaminación, y éstas, a su vez, pueden, sin gran error en el caso que se analiza, estimarse como proporcionales al porcentaje de población sin protección. De acuerdo con esto, las posibilidades de aparición de casos de enfermedades de origen hídrico, deberían ser alrededor de 10 veces mayores en Chile que en Estados Unidos, por igual cantidad de habitantes de sectores urbanos. El Cuadro N.º 1, que da las cifras de tifoídea y paratifoídea, muestra que para estas enfermedades, incluyendo sectores urbanos y rurales, la relación entre Chile y Estados Unidos es de 20 a 1, lo que confirma en cierto modo los razonamientos anteriores, ya que en ellos no se consideraron algunos otros factores, desfavorables también a Chile, como los que derivan de un control menos efectivo que en Estados Unidos sobre las aguas de riego de hortalizas, los balnearios y los artículos alimenticios.

Ahora bien, en párrafos anteriores se hizo notar que en Estados Unidos se había llegado ya a una situación tal que se tiene un control efectivo sobre la tifoídea, lo que no se puede afirmar de los países latinoamericanos. Este hecho puede ahora mirarse a la luz de las cifras del Cuadro N.º 2, y ello permite concluir que debe haber una cifra crítica entre los bajos porcentajes de población no protegida de

CUADRO Nº 2

ESTADO SANITARIO DE PAISES AMERICANOS

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
	POBLACION TOTAL	POBLACION URBANA	POBLACION RURAL	POBLACION ABASTECIDA DE AGUA			POBLACION CON ELIMINACION SANITARIA DE HECES		
				TOTAL	URBANA	RURAL	TOTAL	URBANA	RURAL
ARGENTINA	13.700.000	67% de A 9.200.000	33% de A 4.500.000		5.700.000 62% de B			1.750.000 19% de B	
BRASIL	44.400.000	21% de A 9.350.000	79% de A 35.050.000		4.050.000 43% de B			2.450.000 26% de B	
CANADA	11.500.000	54% de A 6.210.000	46% de A 5.290.000		5.700.000 92% de B.			5.465.000 88% de B	
COLOMBIA	9.500.000	29% de A 2.750.000	71% de A 6.750.000	25% de A 2.375.000			20% de A 1.900.000		
CHILE	5.900.000	61% de A 3.600.000	39% de A 2.300.000	47.9% de A 2.830.000	2.600.000 72% de B	230.000 10% de C	28.1% de A 1.660.000	1.475.000 41% de B	185.000 8% de C
EST. UNIDOS	136.500.000	70% de A 95.550.000	30% de A. 40.950.000	77.5% de A 105.790.000	93.160.000 97.5% de B	12.715.000 31.2% de C.	69.9% de A 95.415.000	88.955.000 93.1% de B.	6.510.000 15.9% de C.
MEJICO	21.200.000	28% de A 5.950.000	72% de A 15.250.000	37 % de A 7.850.000			16.6% de A 3.520.000		
PUERTO RICO	2.000.000	30% de A 600.000	70% de A 1.400.000	21% de A 420.000			18% de A 360.000		
SALVADOR	1.800.000	27% de A 780.000	73% de A 1.320.000		225.000 41% de B.			125.000 26% de B	
URUGUAY	2.300.000	70% de A 1.610.000	30% de A. 690.000		580.000 36% de B			225.000 14% de B.	
VENEZUELA	3.900.000	40% de A 1.560.000	60% de A 2.340.000	28.9% de A 1.130.000			23.5% de A 916.000		

los Estados Unidos, y los relativamente altos de Chile y los demás países latinoamericanos, cifra crítica que señalará el paso de una situación a otra, es decir, que definirá ese cambio cualitativo que permite hablar con toda propiedad de etapas distintas.

Es interesante investigar cómo puede alcanzarse este nivel crítico, ya que si esto pudiera hacerse sin gran esfuerzo o en corto plazo, el concepto de etapas diferentes sólo tendría un valor circunstancial. A este respecto, se puede afirmar, sin lugar a dudas, que es imposible que los países latinoamericanos, puedan llegar en breve plazo y sin ingentes sacrificios al punto en que se encuentran los Estados Unidos, ya que la situación de este último responde a obras de ingeniería que representan capitales enormes. El costo de instalación de un abasto de agua varía entre 20 y 110 dólares por persona, según el grado de tratamiento y las dificultades de conducción; para alcantarillado, las cifras máxima y mínima son similares; se puede, pues, considerar en promedio un costo de 65 dólares por person para cada uno de los servicios. Es interesante comparar estas cifras con la de 0,1 dólar por persona que, como se indicó antes, cuesta actualmente combatir el paludismo. Para que Chile pudiera llegar a abastecer de agua potable y proporcionar desagües apropiados a los mismos porcentajes de población urbana que Estados Unidos, habría que hacer inversiones por 182 millones de dólares (aproximadamente 60.000 millones de pesos chilenos, calculados al cambio vigente en Mayo de 1954). No es posible pensar a este respecto en algún descubrimiento revolucionario que permita, como en el caso del paludismo, encontrar un substituto a las obras de ingeniería, ya que los servicios de agua potable y alcantarillado desempeñan fuera de su función sanitaria, varias otras, entre ellas en lo que respecta al agua potable, una función estética, al proporcionar agua sin turbiedad, olor ni color, y de sabor agradable, exigencias a las que el hombre civilizado no puede renunciar.

Se ha hecho notar anteriormente que, con las debidas reservas, se puede establecer un paralelismo entre la tifoídea y su relación con las obras de agua potable y alcantarillado, por una parte; y entre

el tifo exantemático y la vivienda, por otra. En el Cuadro N.º 3 se han agrupado los pocos datos que se han podido obtener relativos a la vivienda en las Américas. Llama la atención la escasez de información al respecto, pero debe tenerse en cuenta que sólo en los últimos años se ha comenzado a dar importancia a los censos de vivienda, y que muchos países no los han efectuado hasta la fecha. Pero, aún con todos sus vacíos, este Cuadro permite obtener, con respecto a las enfermedades en cuya propagación tiene influencia el hacinamiento de personas, conclusiones análogas a las que el Cuadro N.º 2 permitía obtener en relación con las enfermedades de origen hídrico. Es decir, se confirma en este caso la existencia de una diferencia cualitativa entre Estados Unidos y Canadá por una parte y los países latinoamericanos por otra.

CUADRO N.º 3

ALGUNOS DATOS SOBRE VIVIENDA EN AMERICA —

	HABITANTES POR VIVIENDA	HABITANTES POR PIEZA	HABITANTES POR DORMITORIO	HABITANTES POR CAMA	% DE VIVIENDAS DE UNA SOLA PIEZA	% DE VIVIENDAS CON MAS DE 2 PERSONAS POR PIEZA	% DE VIVIENDAS CON MAS DE 2 PERSONAS POR PIEZA	% DE VIVIENDAS [illegible]
ARGENTINA					45	63	75	79
BOLIVIA			3,8		69			85
BRASIL					61			83
CANADA	3,2							16
COLOMBIA		3,6			66	70		85
CHILE	5,6	1,5	3,4	1,9		75	[illegible]	87
ESTADOS UNIDOS	2,9						3	18
NICARAGUA	11,3						92	40
PUERTO RICO	5,5						38	88
URUGUAY		1,4		1,5	55			90

C) Causa del retraso en Latinoamérica.

La circunstancia de que Estados Unidos y Canadá se encuentren en una etapa más avanzada que los países latinoamericanos en lo que a saneamiento ambiental básico se refiere, no es un acontecimiento fortuito. Ya se ha hecho notar la enorme inversión de capital que se necesita para pasar de una a otra etapa. Una investigación, aunque sea superficial, de las causas que actualmente mantienen el estado de retraso de los países latinoamericanos, permite interpretar la situación como tan sólo un síntoma de un mal general que los aqueja a todos en mayor o menor medida.

Es un hecho indiscutido, que las repúblicas latinoamericanas se encuentren en estados de desarrollo similares. Esto lo demuestran su historia lejana y próxima, y las preocupaciones que agitan actualmente a sus pueblos, y no puede de ningún modo ser desmentido con argumentos basados en la circunstancia de que existan diferencias de regímenes políticos, los que son transitorios y no representan sino distintos ensayos para afrontar problemas similares. La semejanza proviene en último término de la característica común de las economías de estos países de encontrarse en un estado de dependencia con respecto a las de otros más desarrollados en este aspecto, particularidad que les impide desenvolver en forma adecuada a sus necesidades sus inagotables recursos.

Esta situación desventajosa se traduce, por su parte, en un bajo nivel de vida, el cual constituye sin lugar a dudas un distintivo común a todos los países latinoamericanos, y del cual los Cuadros N.os 2 y 3, traducen algunos aspectos.

Para ilustrar con respecto al nivel de vida de los distintos países americanos, se ha preparado el Cuadro N.º 4, que, al reunir datos relativos a algunos aspectos importantes, complementa a los dos Cuadros anteriores, y permite dar mucha más generalidad a la conclusión obtenida de ellos, en el sentido de que todos los países latinoamericanos se encuentran en una misma etapa de desarrollo, y a un nivel más bajo que Canadá y Estados Unidos.

Particularizando estas conclusiones generales hacia distintos aspectos del saneamiento ambiental básico se podrá afirmar que la etapa en que se encuentran los países latinoamericanos queda definida por las siguientes características generales:

1.º) Alarmante escasez e insalubridad de viviendas.

2.º) Alto porcentaje de aguas de bebida inadecuadas.

3.º) Grandes cantidades de productos de chacra regados con aguas contaminadas.

4.º) Enormes extensiones que constituyen medios propios para la multiplica-

ción de organismos propagadores de enfermedades.

5.º) Elevados índices de morbilidad y mortalidad, como efecto de la falta de seguridad e higiene en las industrias.

6.º) Protección inadecuada de productos alimenticios en general.

En cambio, el estado a que han llegado los países que están en la etapa más avanzada, podría caracterizarse en la mayoría de los casos empleando los calificativos opuestos.

D) Conclusiones.

Se pueden resumir las comprobaciones hechas hasta este momento a lo largo de este trabajo, de acuerdo con el plan trazado en la introducción, en la siguiente forma:

1.º) Un análisis de los datos estadísticos del Cuadro N.º 1 sobre morbilidad por enfermedades transmisibles en cuya prevención tiene inferencia el Ingeniero Sanitario, permitió descubrir que los países americanos se agrupan en dos niveles, en el más bajo de los cuales quedan incluídos todos los países latinoamericanos. También demostró este análisis que las diferencias que en ciertas ocasiones se han creído ver entre los problemas de saneamiento ambiental de los distintos países latinoamericanos son sólo ilusorias.

2.º) A través de una nueva serie de cifras (Cuadros N.os 2 y 3) se comprobó que los dos niveles establecidos de acuerdo con el Cuadro N.º 1, corresponden exactamente a dos etapas diversas en el grado de adelanto alcanzado por los distintos países en la solución de los vitales problemas de vivienda y de agua potable y alcantarillado.

3.º) Con cifras relativas al nivel de vida de los distintos países americanos (Cuadro N.º 4), se hizo ver que los hallazgos anteriores no hacen sino traducir en el aspecto sanitario, la distribución de estos países en dos grupos, uno con alto y el otro con bajo nivel de vida; estando esto condicionado, por lo menos en parte, por la situación de dependencia de las economías de los países del último grupo.

Como conclusión general puede, pues, darse por establecida la siguiente premisa, que servirá de base para razonamientos posteriores: existe una unidad fundamental de problemas de saneamiento ambiental de los países latinoamericanos, la que no es sino una consecuencia de una ley general del desarrollo de todo grupo de organismos (naciones en este caso), según la cual, dos o más componentes del grupo que, además de tener caracteres intrínsecos idénticos, se encuentren en condiciones similares, deben presentar semejanzas en gran número de aspectos y tener una medida común para una serie de elementos característicos.

CAPITULO SEGUNDO

El aspecto social de los problemas

A). Mejoramiento progresivo del estado sanitario.

Se ha estudiado en el capítulo anterior, lo que podría llamarse el campo material de acción del Ingeniero Sanitario latinoamericano. Corresponde ahora hacer un estudio del aspecto humano del problema, para lo cual se procurará descubrir algunos de los caracteres distintivos de este profesional y del medio social en que le corresponde actuar, en los países en referencia.

Durante los últimos veinte años se han producido avances sustanciales en el estado sanitario de los países latinoamericanos, aún cuando ninguno de ellos se ha acercado, por supuesto, al nivel crítico que marca el paso de una etapa a otra. Estos progresos han sido posibles merced a una labor coordinada de los diversos organismos estatales o locales encargados de promoverlos. Dentro de cada uno de estos organismos, ha correspondido a su vez a las diversas especialidades, desarrollar sus respectivas labores dentro de planes armónicos de conjunto, lo que ha constituído una de las bases de los éxitos obtenidos. No se puede, en consecuencia, al hacer un balance del estado sanitario de un país, considerar aisladamente la influencia que en él ha tenido el organismo que debe velar por la sanidad pública, la repartición encargada de la construcción de obras sanitarias, o la corporación que afronta el problema de la vivienda; así como tampoco se puede separar la labor del Ingeniero Sanitario, de la del Epide-

CUADRO Nº 4
NIVEL DE VIDA DE LOS PAISES AMERICANOS

	SUPERFICIE TOTAL MILES DE Km^2	POBLACION TOTAL MILES DE HABTES	POBLACION ACTIVA % DEL TOTAL	RENTA NACIONAL DOLARES POR HABTE.	DESVALORIZACION MONETARIA, % ANUAL	FERROVIAS KMS. POR 1000 Km^2	CARRETERAS KMS. POR 1000 Km^2	TELEFONOS Nº POR 1000 HABS.	RADIORRECEPTORES Nº POR 1000 HABS	VEHICULOS MOTORIZADOS Nº POR 1000 HABS.	POTENCIA ELECTRICA INSTALADA KW POR 1000 HABS	ESCUELAS Nº POR 1000 HABS.	POBLACION ANALFABETA % DEL TOTAL
ALASKA	1525	73				0,5	2,7					2,5	
ARGENTINA	2810	13.708	43	240	1	15,9	21.1	31.3	97,5	32.5	103.0	1,1	15
BOLIVIA	1077	3.533		35	33	2.0	5,5	0.9	15.8	1,7	3.4	0,6	75
BRASIL	8511	44.400	31	104	4	5,4	36,1	7,5	10.3	3,9	26.7	1.1	50
CANADA	9607	11.507	60	430	0	9,4	94,1	141,9	150.8	132,3	558,4	3.0	4
COLOMBIA	1140	9.523	31	75	5	4.7	20.2	4.4	19.9	3,7	23.2	1.0	44
COSTA RICA	59	705		135	5	13,6	88.3	5.7	28.3	5,7	25.6	1.1	20
CUBA	115	4.779	33	115		52.2	330	16,5	36,6	9,0	28,6	2.0	39
CHILE	742	5.937	31	88	14	11.1	62.8	15,3	25,3	7,8	64,1	0,9	28
ECUADOR	324	3.106		35		4,6	20,9	2,6	2.3	0.6	5,5	1.1	60
EST. UNIDOS	7858	136.485	61	1120	0	46,7	603,3	192,5	439,9	238,1	360.2	1.9	4
GUATEMALA	125	3.451		87		9,6	54,4	0.6	4,3	1,5		0.8	65
HAITI	28	3.000		22		10,7	103,6	0.7	1,3	1.0	3,0	0,3	80
HONDURAS	153	1.100		57		8,5	7.9	1.8	7.2	1,8		0.9	70
MEJICO	1964	21.153	32	31	11	11.8	35,6	9,5	23,7	6,6	52,3	1,1	50
NICARAGUA	150	1.380		42		4.0	16,7	1,5	5,8	0.7	4,3	0,5	70
PANAMA	885	674		206		0.6	1,7	10,4	47,5	23,8		0,9	48
PARAGUAY	460	1.040		19		2,8	14,4	3,8	14,4	1,9		1.6	40
PERU	1249	7.272		63	2	3.0	24,1	4,9	11,4	4,0	30.2	0,9	52
PUERTO RICO	5	2.018	22	180		120.0	981.0					12	32
SALVADOR	34	1.830		55		17,6	170,8	2,1	7,7	1,6		0,7	70
STO. DOMINGO	50	1.970		44		34,0	66,0	1,5	3,6	1,5		1,7	72
URUGUAY	187	2.264	41	117	1	16,1	193,8	22,2	53,2	28,7	48,6	0,8	24
VENEZUELA	916	3.905		200	1	0,9	10,3	5,6	38,4	9,7		1,3	58

miólogo, el Educador o la Enfermera Sanitaria.

Sin embargo, hechas las salvedades anteriores, se pueden analizar aisladamente las circunstancias que han facilitado la labor que ha correspondido a los Ingenieros Sanitarios en los adelantos a que se ha hecho referencia. En lo que con estos profesionales se relaciona, los progresos de los últimos años en los países latinoamericanos, pueden atribuirse a varias causas que han actuado simultáneamente, entre las cuales es posible destacar las siguientes:

1.°) Ayuda técnica y económica del Gobierno y de Instituciones privadas de Estados Unidos, por medio de empréstitos o de donaciones en dinero y elementos de trabajo, o mediante el envío de técnicos.

2.°) Ayuda técnica y económica proporcionada por organismos e instituciones de carácter internacional que se preocupan del fomento de la salud.

3.°) Modificación, con el fin de darles mayor expedición, de la organización de los servicios estatales que en cada país, en una forma u otra, tienen ingerencia en el saneamiento.

4.°) Aumento de los presupuestos fiscales para obras de saneamiento.

5.°) Participación activa de la población en la solución de sus problemas.

6.°) Formación de un profesional adaptado a las condiciones psicológicas y sociales del medio en que deberá actuar.

No es este el momento de hacer un balance de los efectos beneficiosos que ha tenido la ayuda señalada en los puntos 1.° y 2.°, en aquellos casos en que ha sido llevada a cabo a través de los cauces normales que establece la organización de los servicios de salud o de obras sanitarias de los países beneficiados, ni indicar cómo podría corregirse su acción en los casos en que ésto no se verifica. No se puede, sin embargo, dejar pasar la oportunidad de reconocer que estas ayudas han constituído poderosos estímulos para la creación de las condiciones anotadas en los puntos restantes. Tampoco es la ocasión de referirse a los puntos 3.° y 4.°. La atención se centrará, en consecuencia, en el análisis de la influencia y las posibilidades de los factores anotados en los dos últimos puntos, que son, como se podrá apreciar, los de mayor importancia.

B) El Ingeniero Sanitario y la comunidad.

No es posible analizar por separado los dos factores incluídos en los puntos 5.° y 6.°, ya que ellos se condicionan mutuamente. En efecto, desde el primer momento en que el Ingeniero Sanitario quiere aplicar su técnica a problemas prácticos, cae en cuenta de que es muy poco lo que puede hacer sin la cooperación activa de la población; e inversamente, es la población movilizada alrededor de sus problemas sanitarios la que ha hecho necesaria la preparación de especialistas que, junto con ofrecer soluciones técnicamente correctas, encaucen en forma adecuada los propósitos de cooperación activa de los interesados. Y son precisamente, como se verá luego, estas dos causas actuando en conjunto, dentro de un grupo de naciones de características materiales y culturales homogéneas, las que han dado su fisonomía al Ingeniero Sanitario latinoamericano.

Los procedimientos más adecuados para promover la participación activa de un grupo de personas alrededor de sus problemas vitales, están siempre condicionados por una serie de circunstancias, que varían grandemente, de acuerdo con las características de esas agrupaciones. Para convencerse de ello, no basta sino informarse del contenido del folleto titulado "Planning for Health Services" publicado por la "Federal Security Agency" de Washington, en el que se resume la experiencia que se ha adquirido en los Estados Unidos en cuanto a métodos para la promoción de mejores condiciones de vida con el aprovechamiento de la labor colectiva de los propios interesados. A través de numerosos ejemplos, se indica en ese folleto la forma en que se ha actuado en las más variadas circunstancias; sin embargo, a pesar del provecho que de su estudio puede obtenerse, se deja ver de inmediato que los métodos expuestos no son adaptables en forma directa a la idiosincracia de los países latinoamericanos.

Si, por otra parte, se analizan los informes sobre los métodos empleados para movilizar a la población en programas como: Saneamiento Rural en San Felipe, Agua

Potable de Peralillo, Extensión de redes de Agua Potable a la Comuna Quinta Normal, todos ellos en Chile; Saneamiento Rural y lucha contra insectos en Venezuela; Pequeños abastos de agua en la República Argentina; Campaña antipalúdica en Colombia; Programa de Higiene Industrial en Bolivia; Desarrollo de pequeños abastecimientos de agua en Río Doce, Brasil; Programa de agua potable y alcantarillado en Méjico; se concluirá que en la promoción de todos estos proyectos hay algo más que una adaptación a los países latinoamericanos de la experiencia adquirida en los Estados Unidos. Hay una verdadera creación de métodos nacionales, distintos en cada caso particular, pero que sin embargo tienen un sello común característico, que los asemeja a todos, diferenciándolos de los usados en Estados Unidos, aún cuando tengan muchas veces su inspiración en los de ese país.

Verificados estos hechos, se podrá tratar de buscar una explicación. Y ésta puede encontrarse, en realidad, si se hace un estudio comparativo más profundo del folleto y los informes mencionados en los dos párrafos anteriores. Ello lleva a la conclusión de que la razón por la cual deben emplearse distintos procedimientos, estriba principalmente en las diferencias de hábitos y actitudes del público frente a los problemas colectivos. Sería largo y tedioso entrar en los detalles de este estudio comparativo; sin embargo, es conveniente, para comprender mejor cómo esta diferencia de hábitos y actitudes puede significar que los problemas que interesan a la colectividad deban abordarse de manera totalmente distinta, destacar cuatro de las principales formas en que se manifiesta la discrepancia.

1.º) En los países latinoamericanos se encuentran dificultades que tienen su origen en la falta de disciplina de los componentes de un grupo para someterse voluntariamente a la autoridad de uno de ellos, problema que en los Estados Unidos casi no se presenta. Este distinto comportamiento obedece probablemente a las mismas causas que explican que en el terreno político las opiniones del pueblo norteamericano se agrupen en dos grandes partidos, en cambio en los países latinoamericanos se dividan entre varios partidos pequeños.

2.º) Sin embargo, el defecto arriba anotado de los países latinoamericanos, se compensa en ellos con una cualidad tan estimable como la perseverancia, la que se manifiesta sobre todo en la actuación de grupos extremadamente pobres; se puede observar que éstos siempre logran solucionar sus problemas merced a un continuado esfuerzo, y contra toda clase de dificultades. Esta cualidad se observa en mucho menor grado en el público de los Estados Unidos, el que, menos acostumbrado a encontrar tropiezos, abandona sus propósitos al primer contratiempo.

3.º) En los países latinoamericanos no existe el prejuicio racial, que en los Estados Unidos da un matiz característico a todo problema de grupos en que intervienen negros y blancos.

4.º) Las experiencias recogidas en los países latinoamericanos, especialmente en trabajos en sectores rurales, enseñan que hay que gastar grandes esfuerzos en vencer el prejuicio de clase social, antes de conseguir la cooperación de diferentes grupos. Este problema se presenta mucho más atenuado en los Estados Unidos.

De estas cuatro comparaciones, que podrían multiplicarse si se prosiguiese el análisis, se desprende una consecuencia de enorme importancia en relación con la labor de los Ingenieros Sanitarios latinoamericanos. Es sabido que éstos deben mucho de su preparación técnica a la asimilación de la experiencia adquirida en el campo de su profesión por los especialistas de los Estados Unidos; por otra parte, muchos Ingenieros Sanitarios latinoamericanos han tenido la suerte de recoger parte de esa experiencia en sus mismas fuentes, a través de cursos de perfeccionamiento o giras de estudio; sin embargo, el dominio del aspecto más valioso de su especialidad, lo deben a la experiencia que adquieren en la solución de los problemas que tienen que afrontar en sus propios países, problemas en los que, a la par que el aspecto técnico, debe ser considerado el humano, en el cual reside generalmente la mayor dificultad, ya que exige recurrir a esos métodos propios, que no pueden aprenderse de otros, a que se ha hecho referencia en párrafos anteriores.

C) Conclusiones.

Se llega así, finalmente, a esta conclusión: los Ingenieros Sanitarios latinoamericanos, además de tener una preparación técnica básica similar, deben actuar en un medio social de características bien definines, lo que ha contribuído a darles una formación cultural idéntica, la que, junto con ser una de las causas de un desarrollo paralelo de sus actividades profesionales en sus respectivos países, permite presumir que se han de encontrar en una actitud espiritual propicia para una acción común coordinada en beneficio de todos.

CAPITULO TERCERO

Bases del planeamiento.

A) Necesidad de una acción coordinada.

Antes de proseguir, es conveniente resumir las dos conclusiones a que se ha llegado en los capítulos anteriores.

1) Los problemas de Ingeniería Sanitaria de los países latinoamericanos, son similares entre sí y diferentes de los de Estados Unidos y Canadá, porque constituyen una de las formas de manifestación de un común bajo nivel de vida.

2) Los Ingenieros Sanitarios de todos estos países tienen una formación cultural idéntica, moldeada principalmente por las características psicológicas y sociales de sus propios pueblos.

Estos dos hechos, en su conjunto, son de una trascendencia enorme. Demuestran que las condiciones materiales y espirituales de este conjunto de pueblos son las más propicias para desarrollar una labor orientada por un planeamiento de tipo continental. Casi no es necesario destacar las ventajas de una política de Ingeniería Sanitaria de este tipo. El concepto básico corresponde al principio universal de economía de esfuerzo, aplicable en todas las ocasiones en que problemas similares deben ser abordados con elementos análogos. En el caso de los países latinoamericanos esta acción coordinada corresponde, además, a una exigencia de sus pueblos, que ha sido comprendida ya, dentro de sus respectivos marcos de acción, por todos los sectores: por los economistas, que abogan por la implantación de planes coordinados para el desarrollo de las industrias y de la producción minera y agrícola; por las agrupaciones políticas de todas las tendencias que luchan por una acción común en defensa de la autodeterminación de estos pueblos; por los intelectuales y artistas que dan a su producción un alcance tal, que se han constituído en intérpretes de las inquietudes y angustias de los pueblos de todo el continente; y aún por profesionales y técnicos que actúan en campos muy afines al de la Ingeniería Sanitaria, como son los Arquitectos, quienes en su último Congreso Panamericano realizado en Méjico en Octubre de 1952, aprobaron por unanimidad, la siguiente Resolución:

"Recomendar a los diferentes gobiernos
" que a toda actividad constructiva, de-
" ben preceder programas basados en una
" planificación integral (física, humana,
" económica, política, a escala internacio-
" nal, nacional, regional y urbana) de la
" producción, la distribución para el con-
" sumo social. Se considerará en cada país
" la jerarquía de urgencia de las necesi-
" dades para realizar los programa".

Esta Resolución de los Arquitectos debe, por muchos conceptos, hacer meditar a los Ingenieros Sanitarios. De un análisis del espíritu que la anima, puede, hechas las debidas adaptaciones, surgir todo un plan continental de Ingeniería Sanitaria.

B) Algunas tareas inmediatas.

Sin embargo, no basta con reconocer la impostergable necesidad de una acción planeada a escala continental por parte de los Ingenieros Sanitarios, ni analizar la forma en que otras profesiones han abordado el asunto. Un plan es una formulación concreta de objetivos que exige ciertas labores previas. Estos trabajos preparatorios deben comenzar a abordarse desde ya, si se desea estar en un futuro no muy lejano, en situación de esbozar los planes continentales. A continuación se detallan algunas de estas tareas inmediatas. Su enumeración, si bien no es completa, se ha abordado de manera que incluya una gran variedad de aspectos.

Se han incluído en la discusión, en primer lugar, dos tareas previas cuya realización se considera indispensable:

1.º) Intensificación del intercambio de ideas y experiencias.

2.º) Realización de censos e inventarios.

En seguida se incluyen otras dos que, aunque no son indispensables, contribuirán a facilitar la formulación de los planes:

3.º) Delimitación de responsabilidades y atribuciones del Ingeniero Sanitario.

4.º) Determinación del campo de acción de la Ingeniería Sanitaria.

Por último, se han agregado a la discusión dos puntos que no se refieren propiamente a tareas preliminares, sino que más bien dicen relación con la clarificación de ciertos conceptos a la luz de la realidad social latinoamericana.

5.º) Imposibilidad de desligar el aspecto técnico del aspecto político-social de los problemas.

6.º) Peligros de la aplicación de experiencias y métodos extraños.

1) Intercambio de ideas y experiencias

Una primera etapa en esta labor previa a la coordinación y el planeamiento continental, debe, indudablemente, estar destinada a procurar un intenso intercambio de ideas y experiencias. Este objetivo lo cumple en forma muy efectiva la realización de congresos periódicos como los que auspicia la Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria; al respecto sólo cabría procurar hacer más provechosos estos torneos, consiguiendo de parte de los Gobiernos, las mayores facilidades posibles para la asistencia a ellos, no sólo de los Ingenieros Sanitarios, sino también de sus colaboradores inmediatos en la realización de programas o ejecución de obras.

Otra práctica indispensable es el intercambio de estudiantes de Ingeniería Sanitaria entre los planteles de los distintos países; esto es de enorme importancia, ya que permitirá ir uniformando gradualmente el criterio de los Ingenieros Sanitarios; es interesante recordar a este respecto las gestiones que iniciaron el año 1952 las Escuelas de Salubridad de Santiago de Chile y Río de Janeiro para promover este intercambio, sin mayor éxito en esa oportunidad, debido probablemente a que la especialidad de Ingeniería Sanitaria no es aún una profesión lucrativa en las Repúblicas latinoamericanas; a pesar de estos contratiempos, deberá persistirse en este empeño hasta establecer un intercambio efectivo.

Siendo importantes las dos formas de intercambio señaladas, más importante será aún la que, en forma consciente, se realice para ir haciendo paulatinamente ambiente a la idea de que es inevitable que, tarde o temprano, los Ingenieros Sanitarios latinoamericanos tengan que enfrentarse con problemas que exigirán un planeamiento a escala continental, con mutuas ventajas para todos.

Existe actualmente un tipo especial de experiencias que por la fuerza misma de los hechos están permanentemente sometidas a intercambios. Se trata de las relativas al problema de la Ingeniería Sanitaria Fronteriza, el cual debe ser enfocado en distinta forma con cada adelanto en la técnica de los transportes. Ya pasó la época en que, desde un punto de vista sanitario, los métodos para evitar la propagación de enfermedades de un país a otro se reducían a medidas de resguardo en la línea fronteriza o al establecimiento de cuarentenas en los barcos. En la actualidad, se puede viajar, incluso entre países que no limitan entre sí, en menos tiempo que el que se necesita para la incubación de casi todas las enfermedades transmisibles; esto significa que, en muchos casos, una condición desfavorable que amenace la salud de los habitantes de una región, puede traer consigo un peligro potencial para personas de países muy lejanos. Es por esto que se puede afirmar que hoy día la frontera de un país se extiende hasta el punto de origen de los vehículos de transporte. Esto ha exigido la implantación de las mejores prácticas en la protección sanitaria de aeropuertos: tratamiento adecuado de aguas servidas, amplias facilidades en los servicios sanitarios, restaurantes higiénicos, medios para el control de insectos y roedores; todo ello ha obligado a un intercambio de experiencias al respecto, entre los distintos países.

2) Realización de censos e inventarios:

En forma simultanea, con la intensificación de estos intercambios, los países latinoamericanos deben ponerse de acuerdo para la realización de censos e inven-

tarios que, llevados a cabo en forma científica y con criterio uniforme, permitan obtener una idea clara, a través de cifras, no sólo de la situación real con respecto a cada uno de los problemas de saneamiento ambiental, sino también en lo relativo a los factores que juegan algún papel en la solución de esos problemas, como: capacidad económica de la población, posibilidad de realización de las diversas soluciones, existencia de materiales de construcción apropiados, y otros.

La poca importancia que hasta ahora se ha dado a un conocimiento exacto de los problemas, se comprueba con el hecho mencionado en un capítulo anterior, de que el único país americano que hasta el momento ha hecho un inventario completo de la situación sanitaria en zonas urbanas y rurales, en lo relativo a suministro de agua y eliminación de heces, es Estados Unidos. De los países latinoamericanos, hay muchos en que jamás se ha hecho un inventario, ni siquiera aproximado. En Chile, sólo en el último censo fueron incluídos algunos datos relativos a características sanitarias de las viviendas. En Puerto Rico y Nicaragua se han hecho encuestas parciales.

Otra prueba de lo descuidado que ha estado este aspecto, lo constituye el hecho de que, a pesar de que el problema de la escasez creciente de las viviendas viene preocupando a los gobernantes de los países latinoamericanos desde hace más de cuarenta años, sólo en época reciente han podido echarse las bases para levantar en todos ellos un censo de la vivienda, empresa que ha sido auspiciada por organismos internacionales. Desgraciadamente, en las deliberaciones en que se discutieron las normas para la realización de este censo, no tuvieron representación los Ingenieros Sanitarios, razón por la cual no figuran en la lista de factores que deben indagarse, muchos que pueden ser necesarios para la formulación de programas de saneamiento.

Deben ser preocupaciones inmediatas, la de corregir, si es posible, estas omisiones, y la de promover la realización de los censos e inventarios más urgentes; ya que sin un adecuado conocimiento de los problemas, es imposible proponer soluciones correctas.

3) Responsabilidades y atribuciones del Ingeniero Sanitario:

Al lado de las labores de tipo preliminar, que no se reducen únicamente a los ejemplos citados, ya que pueden idearse innumerables formas de intercambio y realizarse los más variados tipos de inventarios, hay otra clase de tareas inmediatas que aún cuando no son absolutamente indispensables, son altamente convenientes, y exigen ya un mayor esfuerzo y estudios desarrollados en forma colectiva por los países interesados: son las relativas a delimitación de atribuciones y responsabilidades del Ingeniero Sanitario.

A este respecto, hay que citar, en primer lugar, la conveniencia de que se uniformen los sistemas legales y administrativos por los cuales se rigen la construcción y explotación de obras sanitarias. Dada la circunstancia de que en la totalidad de los países latinoamericanos, las obras sanitarias son, en su mayoría, construídas y administradas por el Estado, es conveniente que sea un organismo único dependiente de éste, el que esté a cargo de estudios, proyectos, construcción y explotación de las obras, sistema de indudables ventajas que, felizmente, rige ya en la casi totalidad de estos países.

Chile es el país que en fecha más reciente se ha acercado a un tipo ideal de organización en este aspecto, aún cuando, más por tradición que por conveniencia, ha debido conservar cierta duplicación de atribuciones entre dos organismos. En efecto, la Dirección de Obras Sanitarias y el Servicio Nacional de Salud comparten la tarea de fiscalizar el funcionamiento, desde un punto de vista sanitario, de los servicios de agua potable y alcantarillado, tanto particulares como fiscales, y deben, además, elaborar en conjunto los planes de ejecución de obras.

En este aspecto debe buscarse, y esto es válido no sólo para Chile, sino también para los demás países latinoamericanos, la fórmula que, respetando las prerrogativas de ambas reparticiones, permita que sea el organismo técnico dirigido por Ingenieros el que tenga la responsabilidad superior y última en los problemas sanitarios que dicen relación con el agua en todas las etapas de su ciclo; no quiere esto decir que se pretenda desconocer al organismo dirigido por Médicos, el derecho a inter-

venir, asesorado por sus Ingenieros, en los problemas que tradicionalmente han sido de su resorte en todos los países latinoamericanos, como el de promover la ejecución de obras para suministrar agua potable a la población rural, íntimamente ligado con el del correcto destino de las aguas servidas, y el de la protección de cursos superficiales y subterráneos de aguas.

Estos problemas que apenas si se han abordado en los países latinoamericanos constituyen hoy día una de las principales preocupaciones de los Ingenieros Sanitarios de los Servicios de Salud Pública, que son los que están en mejores condiciones para enfrentarlos debido a que cuentan con cuerpos de Educadores, Enfermeras, Visitadoras e Inspectores Sanitarios, de cuyas actividades es inseparable el problema de saneamiento en los campos, y cuya labor de muchos años, permite en la actualidad a los Servicios de Salud, tener una visión más exacta que cualquier otro organismo, de la situación sanitaria aún en los lugares más apartados.

Sin embargo, como a pesar de todas estas circunstancias es conveniente centralizar la responsabilidad de la mantención del buen estado sanitario del agua en todas las etapas de su ciclo, es lógico abogar, porque ella recaiga en el servicio a cargo de profesionales que dominan la técnica que permite dejarla en condiciones adecuadas, como también es lógico que sea este servicio quien dictamine en última instancia, cuándo y dónde es más conveniente modificar las condiciones existentes.

4) Campo de acción de la Ingeniería Sanitaria:

La inexistencia de un límite definido entre las atribuciones del Ingeniero y el Médico Sanitarios tiene, como se acaba de observar, una explicación lógica en la organización que tradicionalmente se ha dado a los Servicios de Salud; sin embargo, hay otras razones que han contribuído a aumentar la confusión, como son las que tienen su origen en la falta de definiciones y clasificaciones precisas de conceptos y problemas relativos a la Ingeniería Sanitaria. Si se quiere despejar el campo para echar las bases de un plan continental, es conveniente clarificar estos puntos.

Una frecuente causa de confusión, la constituye el hecho de que aún están en boga clasificaciones de los problemas de saneamiento ambiental hechas desde un punto de vista médico (diagnóstico o tratamiento de las enfermedades), biológico (clasificación de organismos transmisores) o de acuerdo con otros criterios ajenos a la Ingeniería. Sólo recientemente se han comenzado a clasificar los problemas desde puntos de vista que aclaran la posición del Ingeniero Sanitario ante ellos. Estas clasificaciones, analizadas desde un ángulo estrictamente lógico, adolecen de ciertos defectos; pero aparecen como bastante racionales si se mira sólo su aspecto práctico. Una de ellas es la que agrupa los problemas de saneamiento ambiental en relación con cuatro contactos: el aire, el agua, los alimentos, y la vivienda. De acuerdo con ella, se tiene la ventaja innegable de que no se ponen de manifiesto las diferencias entre los problemas, sino que se destacan más bien sus semejanzas; quedan así, por ejemplo, incluídos en el grupo de los problemas del contacto acuoso los relativos al tratamiento de agua para la bebida y los relacionados con el saneamiento de pantanos para combatir el paludismo; con lo que no aparece tan grande el contraste entre ellos, y se refuerza la idea expuesta hace un momento de la conveniencia de reivindicar para el Ingeniero Sanitario la responsabilidad sobre todas las fases del ciclo del agua.

Este problema lleva de inmediato al de la distinción entre Ingeniero Sanitario e Ingeniero de Salud Pública. Al respecto, podrá observarse que a lo largo de todo este trabajo no ha sido necesario hacer esta distinción, si bien es cierto que ello ha sido a costa de pasar por alto problemas tan importantes como el de la Higiene y Seguridad Industrial, o el del Control de Alimentos en su aspecto más amplio; sin embargo, estas omisiones se justifican en parte si se tiene en cuenta que por el momento en los países latinoamericanos el problema fundamental es el de saneamiento básico en sectores urbanos, cuya solución requiere la ejecución de grandes obras de ingeniería con enormes inversiones.

En tales circunstancias, es indudable que todos los esfuerzos serán mejor aprovechados si se dedican, como efectivamente sucede, a la solución de estos problemas; con el resultado práctico de que por el

momento, aparece en estos países como ilusoria la distinción entre Ingenieros Sanitarios e Ingenieros de Salud Pública, ya que las funciones específicas de estos últimos sólo podrán alcanzar su plenitud cuando las obras necesarias para el saneamiento básico lleguen a un nivel que sobrepase en mucho el actual. Para convencerse de ésto, no basta sino verificar la pequeña proporción de Ingenieros de Salud Pública en relación con el número de Ingenieros Sanitarios que hay en cada uno de estos países, y los enormes esfuerzos que los primeros deben hacer para que se reconozca la jerarquía de su especialidad.

5) Aspecto técnico y aspecto político-social de los problemas:

Se ha hecho referencia en varias ocasiones a lo largo de este trabajo a la intervención del Ingeniero Sanitario en el problema de la vivienda, pero no se ha indicado hasta el momento, en cuál de sus aspectos es en el que le cabe ingerencia; los datos estadísticos que se dan en el cuadro N.° 3, aunque incompletos, permiten entrever la realidad latinoamericana a este respecto; conviene, sin embargo, para tener una idea más clara del problema, y de la forma angustiosa en que se presenta en todos estos países, transcribir algunos párrafos tomados al azar de diversos informes:

Brasil: "el alojamiento de familias pobres en los cerros y cuestas de las montañas a las cuales no ha llegado todavía el urbanismo; por verdaderos milagros de equilibrio se hacinan en estos lugares construcciones de latas, pedazos de madera y otros materiales cubiertos en las formas más diversas".

Bolivia: "el hacinamiento de toda la familia en una sola pieza, con la consiguiente promiscuidad, más la falta de ventilación y la limitación de los servicios higiénicos a uno para todo el tugurio".

Colombia: "en las zonas calientes la situación es peor; allí la habitación se compone de unos palos clavados en el suelo y un techo de ramas secas, lo que permite el desarrollo del paludismo".

Uruguay: "en las regiones urbanas, conventillos sobrepoblados, antihigiénicos, de elevado alquiler, focos de enfermedades y de inmoralidad; en las zonas rurales, el tradicional rancho sin las menores condiciones de higiene ni comodidad".

Argentina: "muchas piezas húmedas, sin luz ni ventilación, fabricadas con latas, y sin protección alguna contra las variaciones de temperatura".

Cada uno de estos párrafos sería aplicable sin variación a cualquiera de los países latinoamericanos; ellos muestran que el problema es el mismo en toda latinoamérica, lo que no es extraño, ya que la situación a que se ha llegado es el resultado de la solución individual y espontánea de un problema que debe abordarse en forma colectiva y racional, pero que las economías de estos países no han sido capaces de afrontar, produciéndose como consecuencia, el déficit creciente de viviendas.

Al Ingeniero Sanitario le cabe desempeñar aquí dos funciones: una de ellas muy modesta, que consiste en buscar un cauce a las soluciones que por propia iniciativa busca la población a fin de evitar las aglomeraciones insalubres; la otra, en cambio, de gran trascendencia y que debe desempeñarla al lado del arquitecto: es su intervención en los estudios que, al nivel más elevado, se hagan para encontrarle una solución al problema; ésta es indudablemente la forma en que ha apreciado la situación el Departamento de Higiene Ambiental del Servicio Nacional de Salud de Chile al crear en época reciente un Subdepartamento de la Vivienda.

La importancia fundamental que esto tiene, consiste en que es la primera manifestación de una forma de enfocar los problemas técnicos, más a tono con el momento histórico. A este respecto es interesante analizar un concepto relativo a la Ingeniería que tiene su origen en una manera abstracta de apreciar los problemas, y que, si se desea elaborar planes con posibilidades de éxito, debe ser revisado a la luz de la realidad social de estos países.

Se ha sostenido, con frecuencia, que la labor del Ingeniero debe ser de carácter netamente técnico, y en todo caso totalmente apolítica; sin embargo, ya se ha visto, al tratar sobre la influencia que la escasez de vivienda, tiene en la propagación de algunas enfermedades, que el Ingeniero Sanitario debe enfrentarse aquí con uno de los más agudos problemas socia-

les del presente; se trata de un problema de tal amplitud que gravita sobre toda la población y que, en consecuencia no puede ser afrontado sin un criterio político-social. Cualquiera que sea la solución que el Ingeniero Sanitario ofrezca, ella estará condicionada por sus convicciones en este campo. Al Ingeniero Sanitario no le está permitido, por lo tanto, encastillarse en sus conocimientos técnicos; puede, si lo desea, sin menoscabo de su actuación, mantenerse al margen de toda actividad partidaria; pero, si quiere evitar la esterilidad de su labor, no puede dejar de afrontar todos los aspectos de los problemas que le corresponde abordar.

Ya los Arquitectos har neconocido esto, y es así como en la Resolución, cuyo texto se ha transcrito al comienzo de este Capítulo, no han vacilado en hacer referencia a la planificación política.

En otra Resolución de ese mismo Congreso de Arquitectos, al plantearse que "se considerará como derecho básico de todo hombre de la ciudad o del campo, el de recibir los beneficios de vivienda, educación y asistencia", se ubican estos tres problemas fundamentales en un terreno político-social.

Lo mismo puede decirse de los problemas de saneamiento en general, y a este respecto es de interés recordar que la Organización Mundial de la Salud, incluye el saneamiento del medio ambiente entre los seis objetivos más importantes perseguidos por ella, con lo que plantea también un problema político a escala internacional.

Otra consecuencia de la imposibilidad de separar el aspecto técnico del aspecto social de los problemas, es la necesidad del trabajo en equipo. El Ingeniero puede trabajar aislado únicamente en su carácter de proyectista de obras, labor eminentemente técnica. Su labor ya no puede ser tan solitaria cuando construye o explota obras de ingeniería. Finalmente, cuando actúa en su calidad de promotor de adelantos materiales de la población, forma de acción característica del Ingeniero Sanitario, es ya imposible que actúe desligado de todos los profesionales y técnicos que persiguen los mismos objetivos.

6) Experiencias y métodos extraños.

Al lado de esta labor de clarificación de conceptos, puede colocarse la que dice relación con los esfuerzos que es necesario hacer por crear normas propias de trabajo, basadas en la experiencia adquirida en la solución de los problemas de estos países.

Al aplicar a la realidad latinoamericana la experiencia extranjera, se cae muchas veces, por falta de imaginación, en un vicio grave, que consiste en una adaptación hecha sin ningún espíritu crítico de procedimientos creados frente a situaciones muy diferentes; esto se encuentra hasta en el lenguaje, donde se emplean barbarismos como "rata" de crecimiento, "hidrante", "estandarización", "disposición" de basuras, "rodenticida", y muchos otros términos igualmente antiestéticos, en circunstancias que en los idiomas de origen latino se encuentran los vocablos precisos para cada caso.

Si se reflexiona sobre este hecho se observará que no se trata sino de un reflejo en el lenguaje de una actitud imitativa cómoda, que desgraciadamente también tiene su manifestación más concreta en algunos proyectos y programas de Ingeniería Sanitaria, los que dejan traslucir una adaptación, sin previo examen crítico, de prácticas extrañas; sobre todo, como se ha hecho ver en un capítulo anterior, en lo relativo al aspecto social de los problemas.

En los dos últimos Congresos de Ingeniería Sanitaria se ha reaccionado contra la traducción incorrecta de vocablos y existe una Comisión Permanente de la Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria encargada de recoger sugerencias al respecto; sería ahora el momento de empezar a preocuparse de la otra forma incorrecta de traducción, no ya de palabras, sino de normas y prácticas.

Hay que hacer una distinción clara entre fuentes de información y fuentes de inspiración; el Ingeniero Sanitario latinoamericano, tiene tendencia a informarse o inspirarse en las experiencias de Estados Unidos; lo primero es muy útil y aconsejable, en cambio lo segundo es muchas veces pernicioso. Un conocido escritor cubano ha advertido contra este peligro en todo orden de actividades con la siguiente frase:

"Necesitamos absorber y practicar to-
" das las técnicas, naturalizar todas las

" ciencias, entender todos los mensajes. " Sin ello nuestro retraso será irredimible. " Pero hemos de tener mirada tan inde- " pendiente y leal que no nos creamos, co- " mo ciertos actores noveles, que por be- " ber una escena en copas egregias no han " de volver al cacharro familiar y casero. " Tenemos que conocer la copa excelsa, " pero sabiendo que para adquirirla he- " mos de superar en mucho nuestra po- " breza actual. Véase la medida de nues- " tra tarea inmediata. Conocer el fruto " más logrado, pero enderezar el conoci- " miento para disponer su producción en- " tre nosotros".

Sin embargo, esta legítima reacción ante una tendencia peligrosa, no debe llevar hasta el extremo de conducir a un aislamiento, que sería tanto o más nocivo que el mal que se trata de evitar. No debe desconocerse la importancia ni la autoridad de instituciones tales como la Organización Mundial de la Salud (con su filial en nuestro continente: la Oficina Sanitaria Panamericana), o de la Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria; sino que, por el contrario, debe lograrse que estos organismos reconozcan como hechos indiscutibles, la enorme semejanza que ofrecen los problemas de higiene ambiental de todos los países latinoamericanos, y la formación cultural casi idéntica de sus Ingenieros Sanitarios, a fin de que auspicien la acción común que se impone como consecuencia de estas analogías.

CAPITULO CUARTO

Un plan de viviendas y obras sanitarias.

A) El problema reside en la falta de recursos financieros.

Se ha insistido varias veces a lo largo de este trabajo en el lamentable estado de retraso en que se encuentran los países latinoamericanos en lo que se refiere a dos de los contactos ambientales: la vivienda y el agua. Desde el punto de vista del Ingeniero Sanitario estos dos problemas están mucho más ligados de lo que a primera vista parece, sobre todo en los países en referencia, en los cuales, debido principalmente a las condiciones de extrema miseria de la población, se presenta a menudo la situación paradojal de que las instalaciones domiciliarias de agua potable y alcantarillado de una vivienda son de costo más elevado que el valor comercial de ésta. Situaciones de este tipo, son las que han llevado al Ingeniero Sanitario a considerar estos dos contactos ambientales tan sólo como dos aspectos de un mismo problema. Por lo demás, como ya se ha visto, la solución en ambos casos requiere de grandes inversiones de capital, de modo que se reduce en último término a la búsqueda de recursos financieros.

Es interesante, aunque al mismo tiempo desalentador, echar una mirada a los ensayos que los gobiernos latinoamericanos han hecho durante los últimos 40 años para resolver estos problemas. Llama en primer lugar la atención el perfecto paralelismo que presentan los esfuerzos hechos por los distintos países, lo que no es sino una manifestación de la identidad del problema en todos ellos. Puede observarse, en seguida, otro hecho curioso: se han dictado las leyes más ingeniosas para financiar planes de vivienda o de obras sanitarias; se han refundido, separado y vuelto a refundir organismos; se les ha cambiado de nombre infinidad de veces; se ha estimulado la iniciativa privada; todo ello sin otro resultado que un aumento inexorable del déficit de construcciones sanitarias y de habitaciones, que gobiernos y pueblos han debido observar con una sensación de impotencia y amargura.

Mucha esperanza se tuvo durante los últimos años en lo que se dió en llamar Cooperación Financiera Interamericana, que no es sino un sistema de financiamiento a base de empréstitos, cuyo servicio fueron incapaces de soportar las débiles economías de los países latinoamericanos. A este tipo de solución también se le han introducido innumerables variaciones, la última de las cuales es la del Punto IV del Programa de Ayuda al Desarrollo de los Países Atrasados.

Sin embargo, para formarse una idea de lo que de este tipo de ayuda puede esperarse, basta con ceder la palabra al Especialista en Viviendas del Instituto de Asuntos Interamericanos, destacado en Chile por el Gobierno de los Estados Unidos, precisamente para estudiar estos pro-

blemas. En el Número 1 de la revista "La Vivienda", órgano oficial del Centro Científico de la Vivienda, patrocinado por la Universidad de Chile, en un artículo titulado "El Problema de la Vivienda en Chile" el representante del Instituto de Asuntos Interamericanos dice:

"Con franqueza, el Punto IV no puede " solucionar el problema, y su aporte ne- " cesariamente será limitado. Los exper- " tos chilenos parecen estar de acuerdo " en que para resolver el problema se re- " querirá la construcción de 40.000 vivien- " das al año durante un período de 50 " años. Cuando se considera que la pro- " ducción anual de viviendas en Chile es " de 6.000 a 7.000 casas al año resulta " evidente que el Punto IV nunca podrá " prestar ayuda financiera suficiente pa- " ra disminuir en forma sustancial el " problema. A la postre este problema de- " berá ser resuelto por los chilenos con re- " cursos de su propio país".

Las frases transcritas, envuelven un desahucio y un consejo, que, en atención a la autoridad y representación de que está investido quien los ha dado, deben tenerse muy en cuenta. El desahucio pone fin a toda esperanza en una ayuda exterior. En cuanto al consejo, es bien claro: los países latinoamericanos deben buscar la forma de solucionar sus problemas con sus propios recursos.

B) Plan para el libre uso de los propios recursos.

Resumiendo brevemente lo dicho en este capítulo, aparecerán claras las bases para la formulación de un plan latinoamericano de Ingeniería Sanitaria.

1.º) El plan debe buscar una solución a dos problemas que desde el punto de vista del Ingeniero Sanitario se confunden en uno solo: construcción de obras sanitarias y de viviendas.

2.º) El problema se reduce en último término a encontrar una fórmula adecuada de financiamiento para la ejecución de obras que requieren grandes inversiones.

3.º) Los países latinoamericanos deberán resolver este problema con sus propios recursos.

Como puede observarse el problema que tienen ante sí los Ingenieros Sanitarios latinoamericanos abarca los aspectos que tocan más de cerca los intereses vitales de todos los habitantes de estos países, razón por la cual el camino que adopten estos profesionales debe seguir por la misma huella que en estos momentos están abriendo los pueblos en su búsqueda de mejores condiciones de vida.

Se desprende también de los enunciados anteriores que el plan de acción que propongan los Ingenieros Sanitarios, debe por el momento reducirse a un sólo objetivo fundamental: el de encontrar una nueva forma de acción colectiva que conduzca al empleo de los propios recursos de la manera que sea más provechosa; lo que significa indudablemente, buscar derroteros distintos a los que se han ensayados hasta ahora. Carecería de seriedad cualquier proyecto de financiamiento que se hiciera a base de la esperanza en una ayuda exterior que no ha de llegar o de la creencia en los efectos milagrosos de un cambio de nombre de los organismos existentes.

Cumple las condiciones anotadas en los dos párrafos anteriores el camino que a los profesionales, técnicos e intelectuales latinoamericanos, señala el maestro cubano citado ya en otra parte de este trabajo, quien ha dicho:

"Ahora se nos está abriendo una opor- " tunidad de cumplir con los mandatos " augustos. Dentro de una hora de inme- " dible alcance, nuestras patrias america- " nas se asoman a una coyuntura decisi- " va. Marcharán con el mundo, pero en la " faena universal tienen un gran proble- " ma común y un deber propio consonan- " te con el de todos los pueblos y conti- " nentes. Hay algo que parece muy claro: " si por encima de muy singulares dife- " rencias, tienen nuestros pueblos hispá- " nicos necesidades y aspiraciones comu- " nes, —y ello no admite negativa—, es- " tá dicho que ninguna solución es válida " si no abarca, en lo esencial, la órbita de " esas aspiraciones y necesidades. La His- " toria nos dice que en cada coyuntura de- " cisoria hay un sólo camino apetecible y " conveniente. Ayer no había, fuera de la " Independencia más que acomodamiento " y traición. Hoy no hay sino una vía opor- " tuna y fructífera: la unión para lograr " la libertad que no pudieron conquistar- " nos nuestras héroes singulares: la que " viene de regir lo propio y otorgarle ren- " dimiento progresivo y justo".

Fórmulas modernas para el escurrimiento en cañerías

Ensayo de simplificación para cañerías de agua potable

por Ing. Enrique Munizaga D.

Han aparecido en los últimos años, diversos textos explicatorios gráficos y abacos relacionados con modernas fórmulas de escurrimiento en cañerías, fórmulas que constituyen un conjunto racional que permite abordar cualquier tipo de escurrimiento de cualquier clase de fluido por cualquier tipo de cañerías.

Con el uso de abacos, se hace expedito el empleo de tales fórmulas, aunque hay que reconocer que las tradicionales eran, aún, mucho más fáciles de manejar.

Presentan estas nuevas fórmulas el inconveniente de la revisión total de toda una teoria del escurrimiento, formulada alrededor de la sencilla expresión: $h = r\, q^n$ a la que se podían reducir las fórmulas tradicionales: Ludin, Scobey, Williams y Hazen, Flamant, etc. Es así como no podrán usarse en idéntica forma que antes, las expresiones de resistencias en paralelo, cálculo de mallas por el método de Hardy Cross, planteamientos económicos, etc.

Estas aparentes dificultades nos han movido a analizar tales fórmulas, partiendo de la base que, formando un armónico conjunto teórico, responden a una experimentación amplia que garantiza su uso.

RESUMEN DE LA TEORIA

La pérdida de carga J en una cañería se puede expresar siempre en la siguiente forma:

$$J = \lambda\, \gamma\, \frac{u^2}{2g}\, \frac{1}{D}$$

γ, u, g y D, tienen el significado usual de peso específico, velocidad, gravedad y diámetro. El coeficiente λ depende fundamentalmente del número de Reynolds R_e y de la rugosidad.

El número de Reynolds, como es sabido, se expresa:

$$R_e = \frac{ud}{\nu}$$

ν es la viscosidad cinemática que se puede expresar, en función de la viscosidad absoluta η

$$\nu = \eta\, \frac{g}{\gamma}$$

Para medir la rugosidad, se hace uso ahora de una realidad física: la altura de las asperezas. Así una rugosidad k corresponde a la rugosidad artificial que se obtiene con granos de arena de altura k espaciados a distancias del mismo orden k.

Fundamentalmente, se distinguen tres regímenes de escurrimiento: el laminar, el turbulento y uno intermedio. El primero corresponde a números de Reynolds menores que 2320 y el segundo, a mayores que 3.000.

En el régimen turbulento, el escurrimiento obedece a diferentes fórmulas, según se trate de tubos lisos o tubos rugosos.

Seguimos el texto "Calcul de Tuyaux", del Ing. Théodore Oniga, saltándonos las explicaciones intermedias para resumir:

En tubos lisos, se usan la fórmula de Prandtl y las empíricas siguientes:

Blasius, 1912 para $R_e < (0{,}8 \div 3)\ 10^5$

$$\lambda = \frac{0.316}{R_e^{\ 0.25}}$$

Hermann, para $10^5 < R_e < (1{,}5 \div 2)\ 10^6$

GRAFICO DE LOS DIVERSOS TIPOS DE ESCURRIMIENTOS

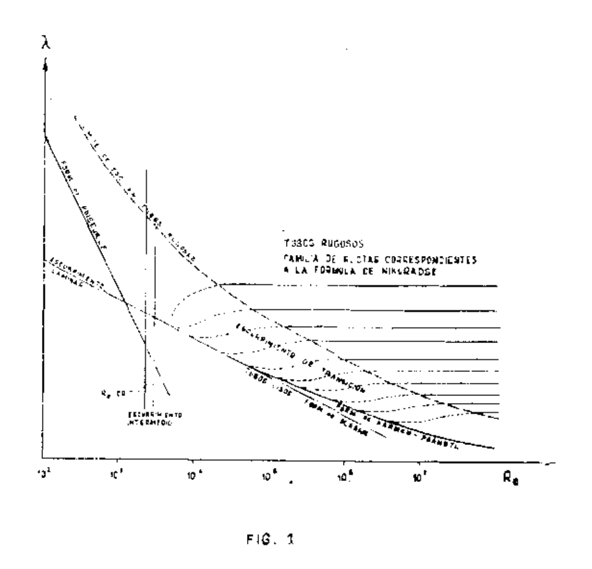


FIG. 1

y Nikuradse, von Karman, 1930, para

$$10^5 < R_e < 10^8$$

$$\lambda = 0.0032 + \frac{0.221}{R_e^{0.237}}$$

En tubos rugosos.—Se distinguen dos zonas de números de Reynolds: la primera en que el escurrimiento depende, fundamentalmente, entre otros factores, del número de Reynolds, y la segunda, en que el factor λ se hace independiente del número de Reynolds y vale, según Nikuradse:

$$\lambda = \frac{1}{\left(1.735 + 2 \log. \frac{D}{2k}\right)^2}$$

ANALISIS DE LAS FORMULAS

Con el objetivo preciso de establecer su utilidad en los casos prácticos usuales de cálculos de cañerías de agua potable, haremos el análisis que sigue:

1.°—Posibilidad del régimen laminar:

Comenzamos por dar valores a la constante ν que, para agua a 20° es de 10^{-6} en m^2/s. El número de Reynolds queda reducido a

$$R_e = \frac{U D}{10^{-6}} = U D \times 10^6$$

La tabla siguiente da valores de velocidades según diámetro para número de Reynolds 3.000, límite inferior del régimen turbulento.

d (m)	U m/s
0.1	0.03
0.3	0.01
1	0.003

Conclusión:

No cabe considerar en los cálculos usuales el régimen laminar.

2.—Posibilidad de considerar tubos lisos:

La cañería de cemento asbesto es un tubo liso y con la constante que se le asigna en los abacos de fórmulas modernas, resulta prácticamente como tal. La fórmula de cálculo puede ser, hasta diámetros 0,3, la de Blasius para

$$R_e < (0{,}8 \div 3) \times 10^5$$

ya que para $R_e = 3 \times 10^5$ las velocidades resultan, según diámetros:

d (m)	U (m/s)
0.1	3
0.2	1.5
0.3	1

La fórmula de Blasius para agua a 20° se puede reducir, considerando $R_e = U D \times 10^6$ y dando valores a g, a lo siguiente:

$$\lambda = \frac{0.316}{\sqrt[4]{R_e}}$$

$$J = \lambda \frac{u^2}{2g} \frac{1}{D}$$

$$J = \frac{0.316}{10^{1.5}\, U^{0.25}\, D^{0.25}} \times \frac{U^2}{19.62} \times \frac{1}{D}$$

$$J = \frac{1}{1962}\, U^{1.75}\, D^{-1.25}$$

$$J = \frac{1}{1962}\, Q^{1.75}\, D^{-4.75} \times \left(\frac{4}{\pi}\right)^{1.75}$$

$$J = 0.00078\; Q^{1.75}\; D^{-4.75}$$

La resistencia unitaria resulta ser: para 20°:

$$\text{para } 20°;\ \rho = \frac{J}{Q^{1.75}} = 0.00078\ D^{-4.75}$$

y para 10° (con la corrección correspondiente)

$$\rho = 0.00104\ D^{-4.75}$$

Esta fórmula puede, pues, reducirse a las expresiones tan manejables:

$$H = R\, Q^{1.75}$$
$$R = \rho\, L$$
$$\rho = (0.00078 : 0.000104)\ D^{-4.75}$$

3.°—Comparación Blasius-Ludin:

En todo caso, compararemos las fórmulas citadas, para lo cual debemos calcular los valores de ρ según Blasius. Compararemos las resistencias unitarias para 100, 200 y 300 mm., pero debemos aún introducir un factor correctivo ya que el exponente "n" según Ludin es 1.85 en vez del 1.75 de Blasius. El factor correctivo $Q^{0.1}$

Calcularemos, en cada caso para una velocidad de 1 m/seg.

El resumen de la comparación es el siguiente:

D (m)	Q l/s	$Q_1^{0.1}$	RESISTENCIAS UNITARIAS Ludin	Blasius a 10°	Blasius a 20°	$\rho'_B\ Q_1^{01}$	$\rho'_B\ Q_1^{01}$
para v = 1 m/s			ρ L	ρ B	ρ'_B		
			$10^{-6}\times$	$10^{-6}\times$	$10^{-6}\times$	$10^{-6}\times$	10^{6} x
0.1	8	1.23	215.-	329,5	247	264	198
0.2	31	1.40	7,2	12,20	91,50	8,72	6,54
0.3	71	1.525	0.986	1.781	1.335	1.168	0.876

D	$\rho_B\ Q_1^{01}$	ρ_L	$\rho_B\ Q_1^{0.1}$	RELACIONES $\rho_L : \rho_B\ Q_1^{0.1}$	RELACIONES $\rho_L : \rho'\ Q_1^{0.1}$
	$10^{-6}\times$	$10^{6}-\times$	$10^{-6}\times$		
0.1	264	215	198	1.228	0.92
0.2	8,72	7,2	6.54	1 21	0.907
0.3	1.168	0,986	0 876	1.185	0.89

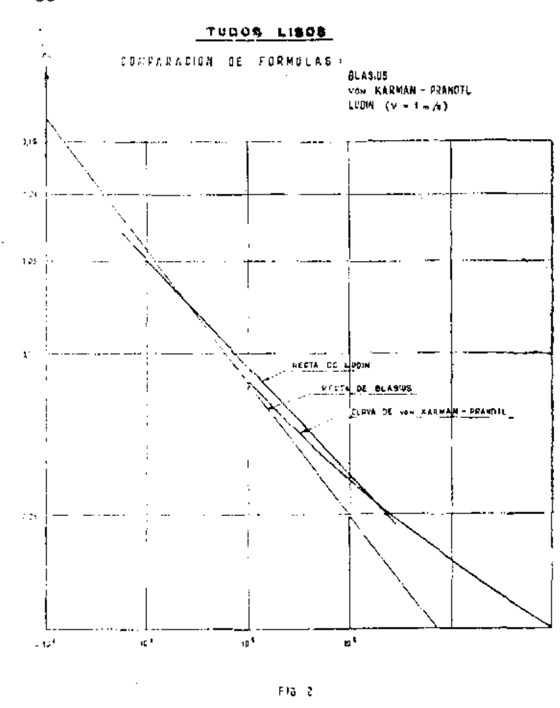


FIG 2

En resumen, Ludin queda entre los valores de Blasius a 10° y 20°, y corresponde aproximadamente en el diámetro 200 mm a Blasius a 16°, con diferencias para 100 y 300 mm. de 2%.

Por otra parte, expresando la fórmula de Ludin en términos de Re y λ, queda como sigue:

$$\lambda = \frac{0.192}{R_e^{0.2}} \quad u^{0.05}$$

con el término $u^{0.06}$ que es pequeño.

La superposición en un gráfico λ R_e de la curva de Blasius y las de Nikuradse, von Karman con la de Ludin para U=1 m/s nos muestra la similitud entre ellas y cómo Ludin se acerca en los Re mayores más bien a Nikuradse, von Karman que a Blasius.

Por todo lo dicho, se vé que realmente no se justifica el cambio de la fórmula de Ludin, la que por lo demás ha tenido espléndidas comprobaciones en Chile.

4.°—Posibilidad de considerar tubos rugosos:

Siguiendo las fórmulas modernas, se define el límite del escurrimiento en tubos rugosos por la expresión

$$R_e \frac{k}{d} \sqrt{\lambda} = 260$$

Reemplazando Re por su valor para agua a 20°

$$U \cdot D \times 10^6 \frac{k}{d} \sqrt{\lambda} = 260$$

$$k \cdot u \times 10^6 = \frac{260}{\sqrt{\lambda}}$$

Si se expresa k en mm.:

$$k\ u = \frac{0.260}{\sqrt{\lambda}}$$

La gama de valores de λ dentro de lo que se puede llamar tubo rugoso (k: 1mm para los diámetros 0,05 m a 2 m. se extiende aproximadamente de

$$\lambda = 2 \times 10^{-2} \text{ a } 5 \times 10^{-2}$$

Para tener una idea más clara acerca del límite de velocidad para el escurrimiento de este tipo formamos la tabla con k = 1,5 que consideramos como mínimo para el efecto. Los valores de λ los hemos reducido de las fórmulas de Nikuradse que corresponde al caso:

k = 1,5

D mm	$\frac{k}{D}$	λ	$\frac{0,26}{\sqrt{\lambda}} = k\,U$	U
75	0.020	0.049	1.17	0.78
100	0 015	0 043	1.25	0.83
150	0.010	0.0385	1.325	0.88
200	0 0075	0.0355	1 375	0.92
300	0.0050	0.0305	1 485	0 99
500	0 0030	0.0255	1.625	1 08
750	0 0020	0 0235	1.690	1.13
1000	0 0015	0.0220	1.745	1.16

Las velocidades calculadas como límite inferior resultan, en este caso, relativamente altas. Cabe observar, sin embargo, que con velocidades algo más bajas, en las que entra a tener participación Re y en consecuencia, en un gráfico λ - Re, deja de ser, las curvas de λ paralelas al

eje Re, éstas, sin embargo, son aún bastante planas. Así, con velocidades iguales a la mitad de la señalada, o sea para un determinado D, con Re igual a la mitad del Re límite, el error cometido (la bajada de la curva) es del orden del 4%. Repitiendo los cálculos del cuadro anterior para sucesivos k=2 y 3, podemos resumir los valores de las velocidades límites para la aplicación en forma absoluta de la fórmula de Nikuradse y los que resultan admisibles con errores máximos del 4%.

Límites inferiores de velocidad

D	k = 1,5		k = 2		k=3	
mm	Absoluto	Con error 4%	Absoluto	Con error 4%	Absoluto	Con error 4%
	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s
75	0.78	0.39	0.55	0.28	0.34	0.17
200	0 92	0.46	0.66	0.33	0.42	0 21
500	1.03	0 54	0.77	0.39	0.48	0 24
1000	1.16	0 58	0.84	0 42	0.54	0 27

Como resultado de este cuadro se deduce que la fórmula de tubos rugosos es aplicable con cuidado para k=1,5, con liberalidad para k=2 y con seguridad para k=3 o mayores, ya que las velocidades menores que 0.34 en diámetros chicos y que 0.54 en grandes diámetros no serían aceptables por anti-económicos.

Para tener una idea más clara del significado de las rugosidades k reproducimos las indicaciones de la obra citada "Calcul de Tuyaux".

Tubos de fundición:

nuevos	k = 0,5 ÷ 1	mm
mohosos	1 ÷ 1,5	mm
incrustados	1,5 ÷ 3	mm

Para el efecto de cálculo de redes metálicas con plazo de previsión de 30 ó más años, creemos que siempre serán aplicables las fórmulas de escurrimiento por tubos rugosos.

5.º—Posibilidades de simplificación de la fórmula de Nikuradse:

La conclusión anterior nos permitiría confeccionar listas de resistencias para varias rugosidades, según Nikuradse, con lo cual podríamos aplicar sin modificaciones algunos planteamientos que aparecerían difíciles: cálculos de mallas, cañerías en paralelo, etc. Sin embargo, no se presenta aún claro cómo podríamos abordar los planteamientos económicos en redes, plantas elevadoras, etc. Por este motivo, nos decidimos a estudiar la fórmula señalada con miras a simplificarla. Para ello, calculamos las diferentes resistencias unitarias, según diámetro para la rugosidad k=2 mm.

Principiamos por establecer la fórmula completa de pérdida de carga, según Nikuradse:

$$\Delta p = \lambda \ \frac{\lambda}{2g} \ U^2 \ \frac{L}{D}$$

$$J = \lambda \ \frac{\lambda}{2g} \ u^2 \ \frac{1}{D}$$

$$= \frac{1}{\left(1.735 + 2 \log. \frac{D}{2k}\right)^2} \ \frac{\lambda}{2g} \ U^2 \ \frac{1}{D}$$

$$= \frac{1}{\left(1.735 + 2 \log. \frac{D}{2k}\right)^2} Q^2 . \frac{\lambda . 16}{2g^2 \pi^2 D^4} . \frac{1}{D}$$

$$= \frac{0.0818}{\left(1.735 + 2 \log \frac{D}{2k}\right)^2} . Q^2 . \frac{1}{D^5}$$

Calculamos el valor de la fracción·

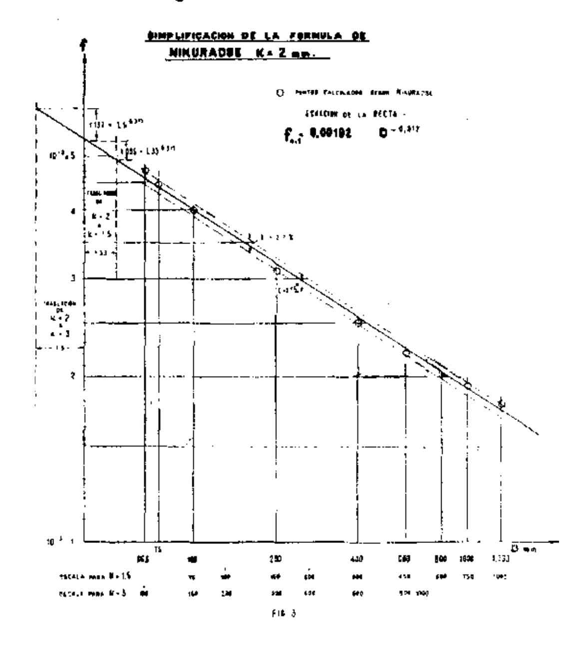
k = 2

Dmm	D/2k	λ	f=0 0818 λ 10 – 3x
75	19	0.0543	4.45
100	25	0 0488	4 00
200	50	0.0380	3.11
400	100	0.0305	2 50
600	150	0.0270	2.21
800	220	0.0250	2.05
1000	250	0.0235	1.92
66,6	16.66	0.0575	4.70
1333	333.00	0.02185	1.79

Trasladamos luego los valores de D y **f** a un gráfico logarítmico. Resultado: puede considerarse, con errores de más o menos 2,7%, que los puntos se sitúan en la recta (logarítmica) que corresponde a la expresión:

$$f^2 = 0\ 00192\ D^{-0,317}$$

Para valores de k diferentes de 2, puesto que lo que interesa en el cálculo de **f** son los valores de $\frac{D}{2\ k}$ se podrá considerar trasladada la escala en la forma indicada en la misma figura, lo cual equivale a una multiplicación por el factor que se



determina en seguida. Puesto que los valores $\frac{D}{2\ k}$ son, después de la traslación, los mismos pero modificados en la relación de k, la traslación en horizontal tiene el valor log. k. Para el cálculo de **f**, esto equivale a una traslación del origen en la relación citada por el coeficiente angular de la recta. Traslación de eje (suma de un valor fijo en la ordenada) equivale a la multiplicación cuando el gráfico es logarítmico. Multiplicación por la relación de k elevado a la potencia representada en el coeficiente angular.

Esto quiere decir que la ecuación original para k=2 se podría referir a la ecuación de k=1.

$$f_2 = f_1 \times 2^{0,317}$$

de este modo resultaría para k=1

$$f_1 = 0.00154 \times D^{-0\ 317}$$

y la ecuación general podría expresar:

$$= 0.00154 \times k^{0.317} \times D^{-0\ 317}$$

Llegamos en esta forma a una expresión de estructura similar a la que dan Hopf y Fromm cuyo desarrollo no conocemos:

$$= 10^{\ 2} \left(\frac{K}{D}\right)^{0.314}$$

En este caso se da otra escala para los valores de k distinta de la que venimos empleando. Por lo demás esta última ex-

presión dada con caracteres generales para rugosidades que varían 1.000 veces, debe tener, como lo señala el Ing. Théodore Oniga (op. cit.) graves objeciones. De nuestra discusión se desprende por lo demás, que con grandes variaciones de k, debe ampliarse grandemente la gama de valores de D con lo cual los errores también deben crecer en forma importante.

Nos atrevemos a proponer, en consecuencia, con las limitaciones que hemos venido señalando nuestra expresión, que completa sería:

$$J = 0.00154\ k^{0.317} \times Q^2 \times D^{-5.317}$$

De otra manera:

$$J = \rho \times Q^2$$

$$\rho = 0.00154\ k^{0.317}\ D^{-5.317}$$

Para las aplicaciones prácticas, damos un cuadro de resistencias para valores de k: 1, - 1,5 - 2 - 2,5 - 3 y una tabla de potencias 0.317 de k.

k	$k^{0.317}$
1.5	1.137
2	1.246
2.5	1.337
3	1.417

(Los valores de ρ se dan en cuadro aparte).

COMPARACION DE FORMULAS: Enfrentamos la fórmula propuesta con las en uso hasta el momento para cañerías metálicas de Scobey y Williams & Hazen a través de los valores de J en gastos correspondientes a velocidades de 1 m/seg. Partimos de equiparación de rugosidades con k=2 en forma de obtener igual J con las otras fórmulas, para D=300 mm. En otras palabras: calculamos J para la fórmula simplificada que proponemos (con un error de, a lo sumo 2,7% sobre Nikuradse). Con D=300 mm. y gasto 71 l/s., correspondiente a v=1 m/s.; calculamos qué coeficiente de rugosidad k_t habría que asignar según Scobey y qué C, según Williams & Hazen para obtener el mismo J; calculamos los J según la fórmula simplificada para 8 litros/seg. en D=100 mm. y 785 lts./seg. en D=1.000; con los respectivos k_t y C correspondientes de Scobey y Williams & Hazen calculamos los J para 100 mm. y 1.000 mm. con los gastos ya señalados. La equivalencia de J en 300 se obtuvo con k_t =1,85 (Scobey) y C=95 (Williams & Hazen).

Los demás resultados se dan en el cuadro siguiente:

D mm	q lts./seg.	V m/s	J SEGUN LAS FORMULAS: Nikuradse' simplif. k = 2	Scobey k = 1 85	Williams & Hazen
100	8	1	10^{-4}. 128	10^{-4}. 198.5	10^{-4}. 211.5
300	71	1	. 57.73	. 57.73	. 57.73
1000	785	1	. 11.80	. 15 15	. 13.70

Como se vé los resultados de las fórmulas antiguas se alejan muchísimo de las modernas. Además aparece justificado el difundido aprecio por Williams & Hazen en diámetros grandes, en tanto que resulta preferible Scobey en diámetros chicos.

RESUMEN

Con relación al cálculo de cañerías particularmente en redes donde las simplificaciones son de lo más deseable, se concluye de este trabajo:

1.º—No preocuparse del régimen laminar.

2.º—Usar la difundida fórmula de Ludin en cañerías de cemento asbesto.

3.º—Usar con velocidades no demasiado bajas, en cañerías metálicas con uso, la fórmula de Hopf y Fromm, citada, o la similar que aquí se propone:

$$J = 0.00154 \, . \, k^{0.317} \, . \, Q^{2} \, . \, D^{5}$$

$$J = \rho \, Q^{2}$$

$$\rho = 0\,00154 \, . \, k^{0.317} \, . \, D^{-5.317}$$

Valores de K para tubos de fundición:

mohosos: 1 : 1,5

incrustados: 1,5 : 3.-

4.º—Recomendar investigaciones prolijas para precisar mejor los valores de k con nuestras aguas y nuestras cañerías.

Se acompaña un cuadro de valores de ρ

CAÑERIAS METALICAS según NIKURADSE
SIMPLIFICADA

RESISTENCIAS UNITARIAS		
D mm	$\rho_{K=2}$	$\rho_{K=3}$
50	$10^{[illegible]}$ x 16,84	10^{-4} x 19,14
75	1,83	2,28
100	1 x 400	1 x 498
125	120,8	160,5
150	45,5	56,7
200	10	12,46
250	3,02	3,76
300	1,14	1,42
350	10^{-3} x 506	10^{-3} x 631
400	249	310
500	75,8	94,5
600	28,6	35,6
700	12,63	15,7
800	6,25	7,8
1000	1,92	2,4

PARA TUBOS RUGOSOS
$V > 0,35$ m/s

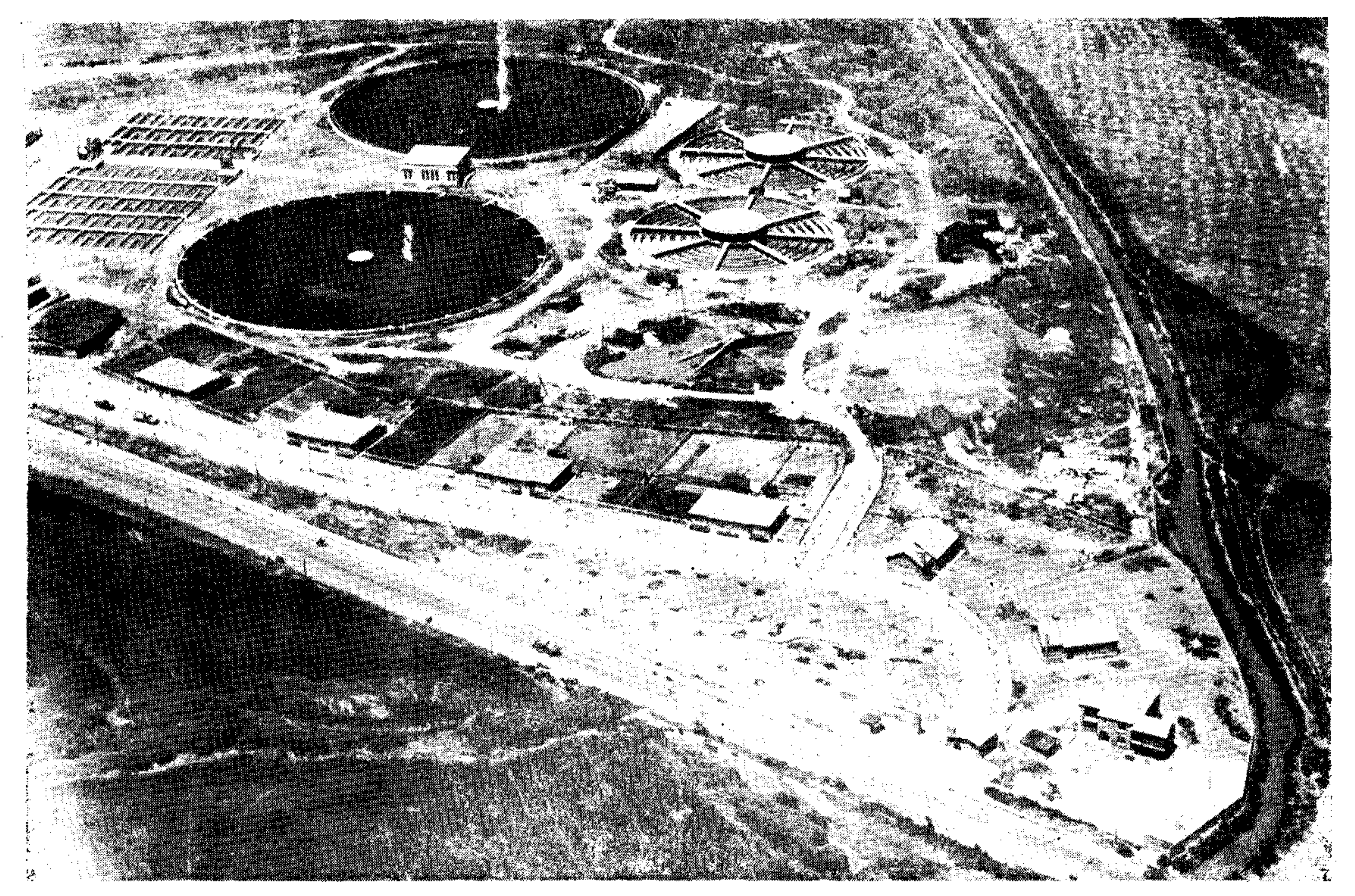
$H = r q^{2}$

$r = \rho \, l \cdot K^{0.317}$

VALORES DE K
TUBOS MOHOSOS
1 a 1,5
TUBOS INCRUSTADOS
1,5 a 3

← VALORES DE ρ
PARA K = 2 y 3
q m³/seg





EMPRESA DE AGUA POTABLE DE SANTIAGO.— Vista panorámica de la Planta de Filtros de Las Vizcachas.